دانشگاه گیلان
۱۳۵۳_1974

چاپ اول

الگوسازی معادلات ساختاری در اقتصاد و توسعه کشاورزی

با تأکید بر نرم‌افزارهای Smart-PLS و AMOS

گردآوری:
دکتر محمد کاوسی کلاشمی
دانشیار دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان
مهندس امیرعلی فریدی
کارشناس ارشد توسعه روستایی دانشگاه گیلان

مرکز نشر دانشگاه گیلان

الگوسازی معادلات ساختاری در اقتصاد و توسعه کشاورزی

دکتر محمد کاوسی کلاشمی، مهندس امیرعلی فریدی

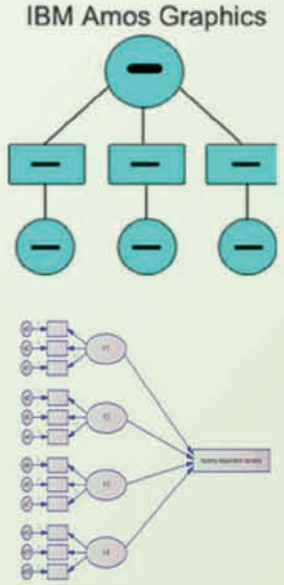
Structural Equations Modeling

in Agricultural Economics and Development

With Emphasis on Smart-PLS and AMOS Softwares

By:
Mohammad Kavoosi-Kalashami, Ph.D
AmirAli Faridi, M.Sc

University of Guilan Press



9 786001 532559

ISBN: 978-600-153-255-9

الگوسازی معادلات ساختاری
در اقتصاد و توسعه کشاورزی
با تأکید بر نرم افزارهای Smart-PLS وAMOS

گردآوری:

دکتر محمد کاوسی کلاشمی

دانشیار دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

مهندس امیرعلی فریدی

کارشناس ارشد توسعه روستایی دانشگاه گیلان

مرکز نشر دانشگاه گیلان

۱۴۰۰

۱۳۵۳-1974

شابک: ۹ ـ ۲۵۵ ـ ۱۵۳ ـ ۶۰۰ ـ ۹۷۸

سرشناسه	: کاوسی کلاشمی، محمد، ۱۳۶۲-
عنوان و نام پدیدآور	: الگوسازی معادلات ساختاری در اقتصاد و توسعه کشاورزی با تاکید بر نرم‌افزارهای Smart-PLS ،AMOS/ تدوین(به شیوه گردآوری) محمد کاوسی‌کلاشمی، امیرعلی فریدی ؛ ویراستار علمی رضا اسفنجاری‌کناری ؛ ویراستار ادبی فرشته گلچین‌راد.
مشخصات نشر	: رشت: دانشگاه گیلان، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	: ۱۶۰ص.: مصور، جدول.
شابک	: 978-600-153-255-9
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: کتابنامه:ص.۱۶۰ - ۱۶۴.
موضوع	: نرم‌افزار اسمارت پی. ال. اس. Smart PLS (Computer software)
	نرم‌افزار آموس AMOS (Computer software)
موضوع	: کشاورزی -- جنبه‌های اقتصادی -- داده‌پردازی
	Agriculture -- Economic aspects -- Data processing
	کشاورزی -- تحقیق -- جنبه‌های اقتصادی -- نرم‌افزار
	Agriculture -- Research -- Economic aspects -- Software
	نمونه‌سازی معادلات ساختاری -- نرم‌افزار
	Structural equation modeling -- Software
شناسه افزوده	: فریدی، امیرعلی، ۱۳۷۴-
شناسه افزوده	: اسفنجاری کناری، رضا، ۱۳۶۳-، ویراستار
شناسه افزوده	: دانشگاه گیلان
رده بندی کنگره	: QA۲۷۸/۳
رده بندی دیویی	: ۵۱۹/۵۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۸۵۱۱۴۷۴

مرکز نشر دانشگاه گیلان

نام کتاب : **الگوسازی معادلات ساختاری در اقتصاد و توسعه کشاورزی (با تأکید بر نرم افزارهای Smart-PLS وAMOS)**

گردآورنده : **دکتر محمد کاوسی کلاشمی، امیر علی فریدی**

ویراستارعلمی : **دکتر رضا اسفنجاری کناری**

ویراستار ادبی : **فرشته گلچین راد**

نوبت چاپ : **اول، ۱۴۰۰**

ناشر : **مرکز نشر دانشگاه گیلان**

شمارگان : **۱۰۰۰ نسخه**

* هر گونه چاپ و تکثیر صرفاً در اختیارمرکز نشر دانشگاه گیلان است.*

عنوان **صفحه**

فصل اول: کاربرد الگوسازی معادلات ساختاری در اقتصاد و توسعه کشاورزی
مقدمه ۲
الگوسازی معادلات ساختاری ۲
دسته‌بندی الگوسازی معادلات ساختاری ۵
حوزه‌های الگوسازی معادلات ساختاری در اقتصاد و توسعه کشاورزی ۶
فصل دوم: مبانی نظری و روش‌شناسی الگوسازی معادلات ساختاری
مقدمه ۸
شاخص‌های خروجی نرم‌افزار AMOS Graphics ۹
اصطلاحات و شاخص‌های خروجی نرم‌افزار Smart-PLS ۱۱
فصل سوم: راهنمای عملی الگوسازی معادلات ساختاری به همراه مثالهای کاربردی
مقدمه ۱۸
طریقه نصب نرم‌افزار AMOS21 ..... ۱۹
معرفی نرم‌افزار AMOS و اجزای اصلی آن ۲۰
اجزای صفحه اصلی AMOS ۲۱
تدوین الگو و تحلیل مثال کاربردی ۲۲
گام نخست: تغییر رنگ و جهت صفحه میانجی ۲۳
تغییر رنگ ۲۳
تغییر جهت صفحه میانجی ۲۵
گام دوم: فراخوانی داده‌ها ۲۶
گام سوم: رسم سازه‌های پنهان و گویه‌هایشان ۲۸
گام چهارم: نام‌گذاری سازه‌های پنهان و متغیرهای مشاهده شده ۳۰
نام‌گذاری سازه‌های پنهان ۳۰
نام‌گذاری متغیرهای مشاهده شده ۳۳
گام پنجم: روابط تحلیل عاملی و تحلیل مسیر ۳۴
گام ششم: رسم متغیرهای خطا و نام‌گذاری آن‌ها ۳۵
گام هفتم: انتخاب عنوان ۳۸
گام هشتم: انتخاب جزئیات تجزیه و تحلیل ۴۰
گام نهم: ذخیره‌سازی الگوی تدوین شده ۴۳
گام دهم: اجرای برنامه ۴۳

گام یازدهم: پیرایش الگو ۴۵
گام دوازدهم: آرایش الگو ۴۷
گام سیزدهم: تحلیل شاخص‌های نیکوئی برازش ۴۷
گام چهاردهم: روش انتقال یک معادله ساختاری از AMOS به Word ۵۰
نحوه گزارش شاخص‌های برازش مستخرج از نرم‌افزار AMOS در پژوهش‌های علمی ۵۲
نرم افزار Smart-PLS3 ..... ۵۳
نحوه آماده‌سازی و ورود داده‌ها به نرم‌افزار ۵۴
ورود داده‌ها جهت تحلیل ۵۶
طراحی الگوی نظری ۶۲
شیوه طراحی الگوی نظری ۶۴
جابه‌جایی سازه‌ها ۶۷
نحوه آرایش الگو ۶۹
آزمون‌های آماری در Smart-PLS ۷۲
بررسی کیفیت الگو ۷۸
نمایش خروجی متنی از طریق منوی Calculation Results ۸۰
بررسی روایی ۸۶
بررسی و آزمون الگو ساختاری ۸۸
انتقال الگو از PLS به Word ۹۰
نحوه گزارش معیارهای به دست آمده از نرم‌افزار Smart-PLS در مقالات علمی ۹۱
تدوین الگو و تحلیل مثال کاربردی ۹۴
تغییر جهت صفحه میانجی ۹۷
گام دوم: فراخوانی داده‌ها ۹۸
گام سوم: رسم سازه‌های پنهان و گویه هایشان ۱۰۰
گام چهارم: نام‌گذاری سازه‌های پنهان و متغیرهای مشاهده شده ۱۰۲
نام گذاری سازه‌های پنهان ۱۰۲
نامگذاری متغیرهای مشاهده شده ۱۰۴
گام پنجم: روابط تحلیل عاملی و تحلیل مسیر ۱۰۶
گام ششم: رسم متغیرهای خطا و نام‌گذاری آن‌ها ۱۰۶
گام هفتم: انتخاب عنوان ۱۰۸
گام هشتم: انتخاب جزییات تحلیل ۱۱۱

گام نهم: ذخیره‌سازی الگو تدوین شده ۱۱۳
گام دهم: اجرای برنامه ۱۱۴
آرایش الگو ۱۱۷
گام دوازدهم: تحلیل شاخص‌های نیکویی برازش ۱۱۸
گام سیزدهم: روش انتقال یک معادله ساختاری از AMOS به Word ۱۱۹
نحوه گزارش شاخص‌های برازش مستخرج از نرم‌افزار AMOS در پژوهش‌های علمی ۱۲۱
نحوه آماده‌سازی و ورود داده‌ها به نرم‌افزار ۱۲۱
ورود داده‌ها جهت تحلیل ۱۲۳
شیوه طراحی الگو نظری ۱۳۱
نحوه آرایش الگو ۱۳۶
آزمون‌های آماری در Smart-PLS ۱۴۰
بررسی کیفیت الگو ۱۴۵
نمایش خروجی متنی از طریق منوی Calculation Results ۱۴۷
بررسی روایی ۱۵۲
بررسی و آزمون الگو ساختاری ۱۵۴
انتقال الگو از PLS به Word ۱۵۵
نحوه گزارش معیارهای به دست آمده از نرم‌افزار Smart-PLS در مقالات علمی ۱۵۷
منابع ۱۵۹

سخن مؤلفین

مزیت‌های قابل توجه الگوسازی معادلات ساختاری سبب توجه پژوهشگران به این روش‌شناسی و گسترش کاربرد آن در حوزه اقتصاد و توسعه کشاورزی شده است. در این راستا، ضرورت وجود راهنمای عملی کار با بسته‌های نرم افزاری و آماری مرتبط با این روش‌شناسی نظیر Smart-PLS و AMOS بسیار ملموس می‌باشد. در این کتاب، ضمن معرفی اجمالی الگوسازی معادلات ساختاری و کاربردهای آن در اقتصاد و توسعه کشاورزی، تلاش شد تا با زبانی ساده و تصویری مراحل اجرای این روش شناسی در قالب مثال‌های عملی ارائه گردد. نگاه عملیاتی و توضیح مراحل اجرای الگوسازی معادلات ساختاری به همراه تصویر مربوطه در نرم‌افزار از ویژگی‌های منحصر به فرد این کتاب است.

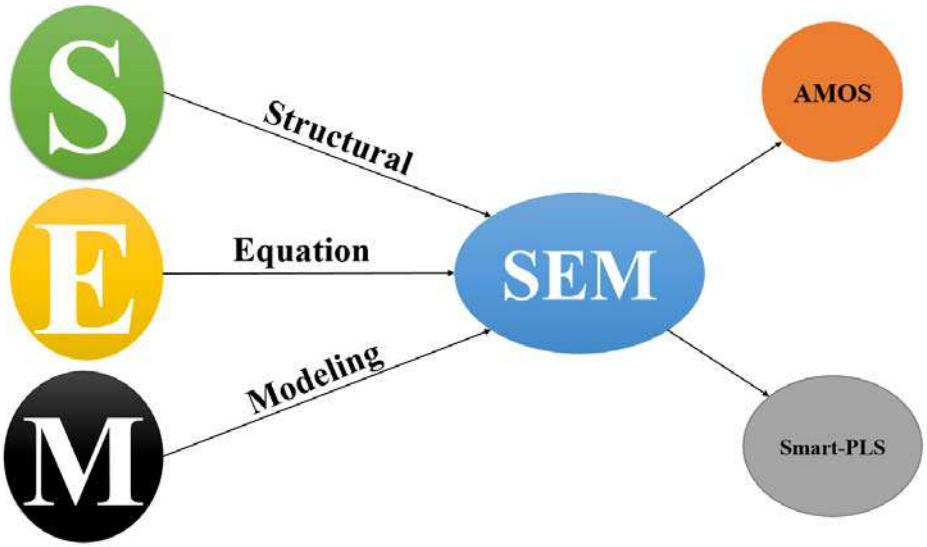
امید است استفاده از این کتاب، منجر به گسترش کاربرد روش‌شناسی معادلات ساختاری در بین پژوهشگران اقتصاد و توسعه کشاورزی و دانشجویان دوره‌های تحصیلات تکمیلی شود. کاربرد این منبع آموزشی در درس‌هایی نظیر کاربرد آمار، روش تحقیق و آمار و داده‌پردازی می‌تواند منجر به بهبود رویکرد آموزش عملی گردد.

این کتاب به همه علاقه‌مندان و پژوهشگران تلاش‌گر در حوزه اقتصاد و توسعه کشاورزی تقدیم می‌شود.

فصل اول

کاربرد الگوسازی معادلات ساختاری

در اقتصاد و توسعه کشاورزی



مقدمه

پژوهشگران مدت‌ها از ابزارهای مختلف تجزیه و تحلیل آماری برای توسعه و بهبود دقت یافته‌های علمی استفاده کرده‌اند. در ابتدای دهۀ ۱۹۹۰ به‌کارگیری نسل دوم روش‌های آماری به شدت گسترش یافت، به‌طوری که در برخی از رشته‌ها تقریباً نیمی از ابزارهای آماری در تحقیقات تجربی جزء این گروه بودند. از مزایای استفاده از معادلات ساختاری می‌توان به اعتبار آن، قابلیت اطمینان، امکان برآورد الگوهای پیچیده و قابلیت استفاده از معادلات ساختاری در رد یا تأیید فرضیه‌های پژوهش اشاره کرد.

در این فصل مرور پژوهش‌های صورت گرفته در خصوص کاربرد الگوسازی معادلات ساختاری در اقتصاد و توسعه کشاورزی ارائه می‌شود.

الگوسازی معادلات ساختاری

بیش از یک قرن است که تحلیل‌های آماری برای پژوهشگران به یک ابزار ضروری تبدیل شده‌اند. در سال‌های اخیر، با ظهور سخت افزارها و نرم افزارهای رایانه‌ای، کاربرد روش‌های آماری در بسیاری از علوم رایج شده است. در ابتدا پژوهشگران برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و روابط به تحلیل‌های تک متغیره و دو متغیره متکی بودند اما برای فهم روابط پیچیده‌تر، کاربرد روش‌های تحلیل چندمتغیره سطح بالاتر به‌طور فزاینده‌ای مورد استقبال قرار گرفت.

کاربرد الگوسازی معادلات ساختاری[1] (SEM) در پژوهش‌های اقتصاد و توسعه کشاورزی مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است.

تجزیه و تحلیل چندمتغیره شامل کابرد روش‌های آماری است که به‌طور هم‌زمان چندین متغیر را مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد. الگوسازی معادلات ساختاری یک روش تجزیه و تحلیل آماری چند متغیره است که برای تحلیل روابط ساختاری استفاده می‌شود. این تکنیک ترکیبی از تحلیل عاملی و تحلیل رگرسیون چندگانه است و از آن برای تحلیل رابطه ساختاری بین متغیرهای اندازه-گیری شده و سازه‌های پنهان استفاده می‌شود. این روش توسط بسیاری از پژوهشگران مورد استقبال قرار گرفته است زیرا وابستگی چندگانه و بهم پیوسته را در قالب یک تجزیه و تحلیل واحد تخمین می‌زند. در این تجزیه و تحلیل، از دو نوع متغیر به نام‌های درون‌زا و برون‌زا استفاده می‌شود. متغیرهای درون‌زا معادل متغیرهای وابسته و متغیرهای برون‌زا برابر با متغیر مستقل هستند (Anderson and Gerbing, 1988).

[1] Structural Equations Modeling

به‌طور معمول، متغیرها اندازه‌گیری‌های مرتبط با افراد، شرکت‌ها، رویدادها، فعالیت‌ها، موقعیت-ها و ... را نشان می‌دهند. اندازه‌گیری‌ها اغلب از طریق پیمایش‌ها یا مشاهداتی به دست می‌آیند که برای جمع‌آوری داده‌های اولیه به‌کار می‌روند. البته ممکن است که از پایگاه داده‌ها (داده‌های ثانویه) نیز استفاده شود. در جدول (۱-۱) برخی از روش‌های آماری مهم مرتبط با تحلیل چند متغیره ارائه شده است:

جدول ۱-۱- دسته‌بندی روش‌های چند متغیره

شرح	اصولاً اکتشافی	اصولاً تاییدی
تکنیک‌های نسل اول	✓ تحلیل خوشه‌ای ✓ تحلیل عامل اکتشافی ✓ مقیاس‌گذاری چند بعدی	✓ تحلیل واریانس ✓ رگرسیون لجستیک ✓ رگرسیون چند گانه
تکنیک‌های نسل دوم	✓ کمترین مربعات جزئی	✓ الگوسازی معادلات ساختاری مبتنی بر رویکرد کوواریانس شامل تحلیل عاملی تاییدی

مأخذ: (Fornell, 1982)

تکنیک‌های نسل اول به‌صورت گسترده توسط پژوهشگران به‌کار رفته است. هرچند، در طول دو دهۀ گذشته، پژوهشگران زیادی برای غلبه بر ضعف‌های تکنیک‌های نسل اول به کاربرد تکنیک‌های نسل دوم روی آوردند. تکنیک‌های نسل دوم بر الگوسازی معادلات ساختاری تکیه دارند و پژوهشگران را برای وارد کردن سازه‌های غیرقابل مشاهده (که به صورت غیرمستقیم بوسیله سازه‌های معرف سنجیده می‌شوند) در تجزیه و تحلیل‌های آماری توانا می‌سازد. همچنین، در این تکنیک‌ها محاسبات خطای اندازه‌گیری در سازه‌های مشاهده شده آسان می‌شود (Chin, 1998). در ادامه به ضرورت استفاده از الگوسازی معادلات ساختاری اشاره می‌شود:

- ✓ اعتبار الگوسازی معادلات ساختاری: نظریه‌ها در علوم اجتماعی اغلب به متغیرهایی اشاره دارند که به طور مستقیم مشاهده نمی‌شوند (سازه‌های پنهان)، بلکه به واسطه متغیرهای مشاهده شده (گویه‌ها) قابل استنباط خواهند بود. برای عملیاتی کردن این سازه‌ها پنهان، اغلب متغیرهای مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرند و هیچ یک از متغیرها به تنهایی نمی‌توانند عملیاتی بهینه را ارائه دهند.

الگوسازی معادلات ساختاری امکان استفاده همزمان از چندین متغیر مشاهده شده یا گویه در هر سازه را فراهم می‌کند که منجر به نتیجه‌گیری معتبری در مورد سطح تأثیرگذاری سازه می‌شود. استفاده از روش‌های دیگر تجزیه و تحلیل اغلب منجر به نتیجه‌گیری‌هایی با شفافیت کمتر خواهد شد و یا به چندین تجزیه و تحلیل جداگانه نیاز دارد (Werner and Schermelleh-Engel, 2009).

- ✓ امکان برآورد الگوهای پیچیده: نظریه‌ها در علوم اجتماعی غالباً شامل الگوهای پیچیده‌ای از روابط یا اختلافات بین انبوهی از متغیرها، شرایط یا گروه‌ها می‌باشد. الگوسازی معادلات ساختاری به پژوهشگران این امکان را می‌دهد تا طیف وسیعی از الگوهای پیچیده که شامل فرضیه‌های بسیار زیادی نیز می‌باشند را به‌طور کلی و یکپارچه مورد آزمون قرار دهند (Werner and Schermelleh-Engel, 2009).

الگوسازی معادلات ساختاری با استفاده از تکنیک‌های نسل دوم، مزیت‌های بسیاری را در جنبه‌های مختلف برای پژوهشگران به همراه می‌آورد. این مزایا در جدول ۱-۲ ارائه شده است.

جدول ۱-۲- مزایای استفاده از الگوسازی معادلات ساختاری

مزیت	مثال
حجم نمونه	➢ عدم حساسیت به حجم نمونه کوچک ➢ توان بالای آماری برای توصیف نمونه با حجم کم ➢ افزایش دقت با افزایش حجم نمونه
توزیع	➢ یک روش ناپارامتریک به حساب می‌آید
تعداد گویه‌ها برای هر سازه پنهان	➢ توانایی توضیح سازه‌ها با یک یا چند گویه ➢ استفاده از الگوهای اندازه‌گیری انعکاسی و تکوینی
پیچیدگی مدل	➢ توانایی اجرای مدل‌های پیچیده به همراه تعداد زیادی سازه ➢ کاهش خطا با افزایش متغیرهای مشاهده شده
کارایی	➢ دارا بودن یک الگوریتم کارا ➢ موثر در زمینه پیش‌بینی تاثیر مولفه‌های نگرشی
انجام انواع تحلیل‌ها	➢ تحلیل ماتریس اثر- عملکرد[1] ➢ اثرات میانجی ➢ مدل‌های مؤلفه سلسله مراتبی ➢ اثرات تعدیلی

مأخذ: (Hair et al., 2012)

[1] Impact performance matrix

نـرم‌افزارهـایی LISREL، EQS، AMOS Graphics و Smart-PLS بیشـترین کـاربرد را در الگوسازی معادلات ساختاری دارند. لازم به ذکر است که نـرم‌افـزارهـای Lisrel، EQS و AMOS Graphics متعلق به نسل اول و Smart-PLS متعلق به نسل دوم الگوسـازی معـادلات سـاختاری می‌باشند.

نرم‌افزار AMOS را می‌توان یکی از موفق‌ترین نرم‌افزارهای رایانه‌ای دانست که به‌طور خاص برای الگوسازی معادلات ساختاری طراحی شد. اگرچه هدف اصلی از طراحی این نرم‌افزار الگوسازی است اما قابلیت اجرای مجموعه‌ای از تحلیل‌های کمی و آماری معمول نیز بوسیله این نرم‌افزار وجود دارد. نرم افزار AMOS توسط شرکت SPSS به بازار عرضه شد. از جمله محدودیت‌هایی این نرم‌افزار، نیاز به نمونه‌هایی با حجم بالا و نرمال است که کار را برای پژوهشگر سخت می‌نماید.

استفاده از روش حداقل مربعات جزئی ملزم به استفاده از نرم‌افزار Smart-PLS می‌باشد. یکی از عمده‌ترین دلایل گرایش پژوهشگران به استفاده از تکنیک حداقل مربعات جزئی این است که این تکنیک به فرض نرمال بودن جامعه و همچنین، حجم نمونه متکی نیست. این در حالی است که برای اجرای معادلات ساختاری در نرم‌افزار LISREL یا AMOS به حجم انبوهی از داده‌ها نیاز است. همچنین، امکانات فراهم شده توسط نرم‌افزار Smart-PLS بسیار زیاد بوده که در محیطی زیبا و شکیل، این امکان را به پژوهشگر می‌دهد تا به تجزیه و تحلیل داده‌های خود بپردازد.

نرم‌افزار AMOS جزء نرم‌افزارهای نسل اول محسوب شده و با وجود نرم‌افزار Smart-PLS دیگر نیازی به استفاده از آن نمی‌باشد، اما می‌توان از این نرم‌افزار برای بررسی نیکویی برازش الگوی تجربی مورد استفاده در پژوهش‌ها، بهره برد زیرا یک ابزار قدرتمند و قابل اطمینان در این زمینه به حساب می‌آید.

دسته‌بندی الگوسازی معادلات ساختاری

کاربرد الگوسازی معادلات ساختاری در پژوهش‌های دانشگاهی در تعـداد زیـادی از رشـته‌هـا رشـد کرده است (Gallagher et al., 2008) این الگوسازی به عنوان یکی از مهمترین تحولات آماری در علوم اجتماعی در سال‌های اخیر در نظـر گرفتـه شـده اسـت (Hair et al., 2012). بـدون تردیـد، SEM دارای چندین ویژگی است که پژوهشگران را به خود جلب کرده و خود را از ابزار رگرسـیون نسل اول (به عنوان مثال، رگرسیون خطـی، تحلیـل واریـانسANOVA و تحلیـل واریـانس چنـد متغیره MANOVA) جدا کرده است.

به‌طور خاص، در SEM می‌توان پرسش‌های پژوهش را در یک تحلیل واحد، سیستماتیک و جامع با الگوسازی روابط بین چندین سازه مستقل و وابسته (الگوی ساختاری) به‌طور هم‌زمان پاسخ داد (Gefen et al., 2000; Hair et al., 2010). علاوه بر این، در همان تحلیل، SEM نه تنها الگوی ساختاری را ارزیابی می‌کند بلکه الگوی اندازه‌گیری را نیز ارزیابی می‌کند (Gefen et al., 2011; Gefen et al., 2000). این تجزیه و تحلیل ترکیبی امکان تجزیه و تحلیل خطاهای اندازه‌گیری متغیرهای مشاهده شده را به عنوان بخشی جدایی ناپذیر از الگو فراهم می‌کند (Gefen et al., 2000)، که باعث می‌شود تخمین‌های ارائه شده توسط SEM بهتر از برآورد ارائه شده توسط رگرسیون خطی باشد (Gefen et al., 2011).

پژوهشگرانی که از SEM استفاده می‌کنند، می‌توانند از بین روش تحلیل بر پایه کواریانس[1](CB-SEM) یا روش مبتنی بر واریانس، که به عنوان حداقل مربعات جزئی[2](PLS-SEM) شناخته می شود، یکی را انتخاب کنند (Gefen et al., 2000; Hair et al., 2012). هر کدام از روش‌های مذکور، فرضیات و اهداف مختص به خود را دارد. در CB-SEM، هدف بازتولید ماتریس کواریانس الگوی نظری بدون تمرکز بر واریانس تبیین شده می‌باشد. این در حالی است که در PLS-SEM، هدف اصلی بیشینه کردن واریانس تبیین شدهٔ سازه‌های وابسته موجود در الگوی نظری می‌باشد (Hair et al., 2012). فرضیه‌های محدود کننده PLS-SEM کمتر از CB-SEM است و در نتیجه امروزه، بسیاری از پژوهشگران رویکرد CB-SEM را کمتر مورد استفاده قرار می-دهند (Hair et al., 2011).

هرگز از اصطلاح "PLS-SEM" در برابر "CB-SEM" استفاده نمی‌شود. هر دوی این روش‌ها مکمل یکدیگر هستند تا اینکه رقیب یکدیگر باشند. اگر چه این موضوع به روشنی اثبات شده است و مورد تایید همگان است (Jöreskog and Wold, 1982)، اما هنوز پژوهشگران به دنبال مقایسه این دو نوع الگوسازی معادلات ساختاری هنگام استفاده از آن‌ها هستند.

مهم‌ترین دلیل برای انتخاب CB-SEM یا PLS-SEM هدف پژوهش (ساختاری یا پیش‌بینی) است:

- ✓ اگر هدف پیش‌بینی سازه‌های اصلی یا شناسایی سازه‌های اصلی تعیین‌کننده است، PLS-SEM را انتخاب کنید.
- ✓ اگر هدف آزمایش تئوری، تأیید نظریه یا مقایسه نظریه‌های جایگزین است، CB-SEM را انتخاب کنید.

---

[1] - Covariance Based Structural Equation Modeling
[2] - Partial Least Squares Structural Equation Modeling

- ✓ اگر تحقیق اکتشافی یا گسترش یک تئوری ساختاری موجود است، PLS-SEM را انتخاب کنید.

حوزه‌های الگوسازی معادلات ساختاری در اقتصاد و توسعه کشاورزی

مطالعات انجام شده در بخش کشاورزی که از SEM به‌عنوان روش تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش خود بهره گرفته‌اند، در سه حوزهٔ اصلی به شرح زیر قابل بررسی می‌باشند:

۱- عوامل اثر گذار بر پذیرش (از قبیل فناوری، نوآوری و ...) و تمایل افراد به ایجاد تغییر.

شناسایی عوامل اثرگذار بر پذیرش فناوری‌های جدید و روش‌های نوین کشاورزی نظیر کشاورزی حفاظتی، کشاورزی سازگار با محیط زیست و ... می‌تواند نقش مهمی در سیاست‌گزاری و برنامه‌ریزی منطقه‌ای و ملی داشته باشد. در این راستا، SEM در بسیاری از پژوهش‌های داخلی و خارجی مورد استفاده قرار گرفته است (Faridi et al., 2020؛ Peng et al., 2020؛ Li et al., 2019؛ Sun et al., 2019؛ Senger et al., 2017؛ Azadi et al., 2016؛ Voon et al., 2011؛ حق‌پرست و همکاران، ۱۳۹۳؛ صالحی و همکاران، ۱۳۸۸).

۲- مطالعات انجام شده در زمینهٔ توسعه بخش کشاورزی.

پژوهش در زمینه‌های مختلف توسعه بخش کشاورزی مانند توسعه مکانیزاسیون، ارتقای بهره‌وری مصرف آب، رشد سرمایه‌گذاری، توسعه فعالیت‌های ترویجی و .... می‌تواند به رشد و ارتقای بخش کشاورزی و افزایش سهم آن در تولید ناخالص ملی هر کشور کمک شایان توجهی نماید. الگوسازی معادلات ساختاری در این زمینه نیز کاربرد فراوانی داشته و در بسیاری از مطالعات انجام شده توسط پژوهشگران در ایران و جهان، مورد استفاده قرار گرفته است (Tong et al., 2020؛ Yang et al., 2020؛ Schmidt et al., 2018؛ Yasar et al., 2015؛ Najafabadi, 2014؛ Chisasa, 2014؛ Bayard and Jolly, 2007؛ مرسلی و همکاران، ۱۳۹۶؛ عباسی رستمی و همکاران، ۱۳۹۵؛ عباسی و همکاران، ۱۳۹۲).

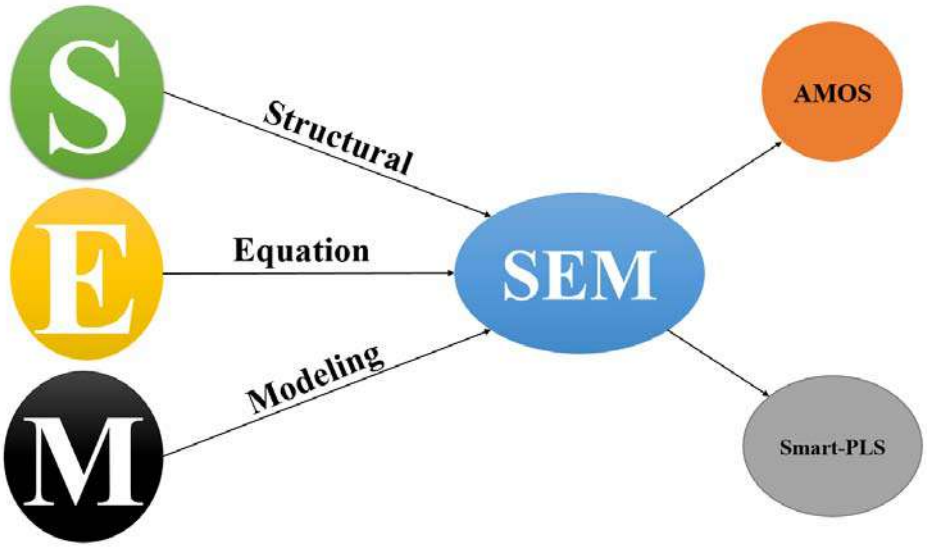
۳- مطالعات انجام شده در زمینه کارآفرینی کشاورزی و روستایی.

در زمینه ایجاد اشتغال و توسعه اقتصادی در مناطق روستایی ، کارآفرینی و ایجاد شغل برای روستاییان اهمیت ویژه‌ای دارد و می‌تواند به خودکفایی و توسعه مناطق روستایی منجر شود. الگوسازی معادلات ساختاری در این زمینه نیز به کمک پژوهشگران آمده است (Daryani et al., 2013؛ Folmer et al., 2010؛ علی بیگی و همکاران، ۱۳۹۱).

با توجه به مرور منابع انجام شده در این فصل، می‌توان به نقش کاربردی و مؤثر SEM در حوزه‌های مختلف اقتصاد و توسعه کشاورزی چه در ایران و چه در سرتاسر جهان پی برد. از این رو، کتاب حاضر بر آن است تا استفاده از الگوسازی معادلات ساختاری و نحوه اجرای آن را در پژوهش‌های اقتصاد و توسعه کشاورزی، با استفاده از دو نرم‌افزار معروف در این زمینه (Smart-PLS_3 و $AMOS_{21}$)، به نمایش بگزارد. لازم به ذکر است که روش‌ها و نرم‌افزارهای مورد بحث در تمامی زمینه‌های اقتصاد و توسعه کشاورزی قابل استفاده خواهند بود.

فصل دوم

مبانی نظری و روش‌شناسی الگوسازی معادلات ساختاری



مقدمه

در این فصل، به توضیح و ارائهٔ تعاریف و رابطه‌های مورد استفاده برای محاسبه شاخص‌های مختلف در خروجی نرم‌افزارهای AMOS و Smart-PLS پرداخته می‌شود. هدف اصلی در این فصل، شناخت ماهیت شاخص‌های ارائه شده توسط نرم‌افزارهای مذکور و دلیل استفاده از این شاخص‌ها در تجزیه و تحلیل‌های انجام شده توسط پژوهشگران است. براساس ساختار گزارش نتایج خروجی حاصل از دو نرم‌افزار مورد استفاده در این کتاب، شاخص‌هایی که به توضیح و تشریح آن‌ها پرداخته می‌شود، به دو دسته زیر قابل تقسیم است:

۱- شاخص‌های ارائه شده توسط نرم‌افزار AMOS Graphics که عبارتند از: آماره کای اسکویر[۱]، شاخص نیکویی برازش[۲]، شاخص برازش هنجار نشده[۳]، شاخص برازش تطبیقی[۴] و شاخص ریشه میانگین مربعات خطای برآورد[۵].

۲- شاخص‌های ارائه شده توسط نرم‌افزار Smart-PLS که عبارتند از: ضرایب مسیر[۶]، آلفای کرونباخ[۷]، پایایی ترکیبی[۸]، میانگین واریانس استخراج شده[۹]، بارهای عاملی[۱۰]، اعتبار تبعیض آمیز[۱۱]، ضریب تعیین[۱۲]، بار عاملی تقاطعی[۱۳]، فورنل و لارکر[۱۴]، اثرات کل[۱۵] و شاخص حشو یا افزونگی[۱۶].

---

[1] - Chi-square
[2] - Goodness of Fit Index
[3] - Normed Fit Index
[4] - Comparative Fit Index
[5] - Root Mean Square Error of Approximation
[6] - Path Coefficient
[7] - Cronbach Alpha
[8] - Composite Reliability
[9] - Average Variance Extracted
[10] - Outer Loadings
[11] - Discriminant Validity
[12] - The coefficient of determination
[13] - Cross Loadings
[14] - Fornell تLarcker Criterion
[15] - Total Effects
[16] - Redundancy

شاخص‌های خروجی نرم‌افزار AMOS Graphics

۱) آماره کای اسکویر (χ^2): برای سنجش تفاوت فراوانی مشاهده شده و فراوانی مورد انتظار طبقات یک متغیر به کار برده می‌شود تا مشخص کند آیا تفاوت موجود معنی‌دار بوده یا ناشی از خطا یا تصادفی است. داده‌های مورد استفاده در محاسبه آماره‌ی کای اسکویر باید تصادفی، خام، دو به دو ناسازگار، مشتق شده از متغیرهای مستقل و از یک نمونه به اندازه کافی بزرگ تهیه شده باشند. از آماره کای اسکویر اغلب در آزمون فرضیه استفاده می‌شود. این آماره اندازه هر مغایرت بین نتایج مورد انتظار و نتایج واقعی را با توجه به اندازه نمونه و تعداد متغیرهای رابطه مقایسه می‌کند. در این آزمون، درجه آزادی به کار می‌رود تا مشخص شود آیا می‌توان فرضیه صفر را بر اساس تعداد کل متغیرها و تعداد نمونه‌ها رد کرد. مانند هر آماره دیگری، هرچه اندازه نمونه بزرگتر باشد، نتایج آماره کای اسکویر قابل اطمینان‌تر می‌باشد.

نکات کلیدی در رابطه با آماره کای اسکویر:

- ✓ آماره کای اسکویر وظیفه اندازه‌گیری تفاوت بین تعداد فراوانی مشاهده شده و مورد انتظار از نتایج مجموعه‌ای از رویدادها یا متغیرها را بر عهده دارد.
- ✓ آماره کای اسکویر به اندازه تفاوت بین مقادیر واقعی و مشاهده شده، درجه آزادی و اندازه نمونه بستگی دارد.
- ✓ از آماره کای اسکویر می‌توان برای بررسی رابطه یا وابستگی دو متغیر به یکدیگر و یا آزمایش برازش بین توزیع مشاهده شده و توزیع نظری فراوانی‌ها استفاده کرد.

در SEM، پژوهشگران همیشه به دنبال کمینه کردن فاصله داده‌های پیش‌بینی شده با داده‌های واقعی هستند تا فرضیه‌های صفر پژوهش آن‌ها، رد نشود. به همین دلیل ناچیز بودن یا به عبارتی بی معنی بودن آماره کای اسکویر، به نوعی حاکی از مناسب بودن الگوی ساختاری دارد.

رابطه محاسباتی آماره کای اسکویر به شرح ذیل است:

$$\chi_c^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \qquad (۱-۲)$$

در این رابطه، c درجه آزادی، O مقادیر مشاهده شده و E مقادیر انتظاری است.

۲) شاخص نیکویی برازش (GFI) یا شاخص نیکویی برازش تعدیل شده (AGFI): مقدار GFI بیانگر میزان دقت الگو در تکرار ماتریس کوواریانس مشاهده شده است. این معیار به شدت تحت‌تأثیر تعداد پارامترهای الگو می‌باشد و با افزایش آن، مقدار GFI افزایش می‌یابد (MacCallum and Hong, 1997).

جهت مناسبت الگو، برای این شاخص مقادیر بالای ۰/۹ را پیشنهاد کرده‌اند. طی سال‌های اخیر استفاده از این دو شاخص محدود شده است و رابطه آن به شرح زیر است:

$$GFI = 1 - \frac{v_{residual}}{v_{total}} \quad (۲-۲)$$

در رابطه بالا، $V_{residual}$، واریانس پسماند در ماتریس کواریانس و V_{total}، واریانس کل در ماتریس کواریانس است.

۳) شاخص برازش هنجار نشده یا شاخص برازش بنتلر- بونت (NFI): شاخص بعدی مورد استفاده در نرم‌افزار AMOS، می‌باشد. این شاخص اولین بار توسط بنتلر و بونت (۱۹۸۰) در مقاله‌ای با عنوان آزمون‌های معنی‌داری و نیکویی برازش در تحلیل ساختارهای کواریانس طرح شد. مهم‌ترین نقطه ضعف آن عدم حساسیت به افزودن پارامتر به الگو است، به نحوی که هرچه پارامتر به الگو افزوده شود، مقدار این شاخص نیز افزایش می‌یابد. مقدار قابل‌قبول برای این شاخص ۰/۹ و مقداری که نشان دهنده یک برازش خوب است حداقل ۰/۹۵ می‌باشد (Bentler and Bonett, 1980). رابطه محاسباتی این شاخص به شرح زیر است:

$$NFI = 1 - \frac{\chi^2_M}{\chi^2_B} \quad (۳-۲)$$

در رابطه بالا، X^2_M، اختلاف بین آماره کای اسکویر الگو خام و کای اسکویر الگو هدف، و X^2_B، کای اسکویر الگو خام است.

۴) شاخص برازش تطبیقی (CFI): این شاخص الگوی مورد نظر را با برخی گزینه‌های دیگر، مانند الگوی خام یا الگوی مستقل مقایسه می‌کند. این شاخص، الگوی پژوهش را با الگوی که در آن متغیرها از همدیگر مستقل هستند، مورد مقایسه قرار می‌دهد. به بیان دیگر، در این حالت الگو مفهومی پژوهش با الگوی مورد مقایسه قرار می‌گیرد که در آن هیچ رابطه‌ای بین متغیرها تعریف نشده است. از این شاخص برای نیکویی برازش ابراز اندازه‌گیری الگو ساختاری استفاده می‌شود. مقادیر قابل قبول برای شاخص باید بیشتر از ۰/۹ باشند (Bentler, 1990). رابطه‌ای که به منظور محاسبه این شاخص استفاده می‌شود به شرح زیر است:

$$CFI = 1 - \frac{\max\ [(\chi^2_t - v_t).0]}{\max\ [(\chi^2_t - v_t).\ (\chi^2_i - v_i).\ 0]} \quad (۴-۲)$$

در رابطه بالا، max، حداکثر مقادیر داده شده در پرانتز، χ^2_i، کای اسکویر الگو مستقل، χ^2_t، کای اسکویر الگو هدف، v_i، درجه آزادی الگو مستقل، v_t، درجه آزادی الگو هدف می‌باشد.

۴) شاخص برازش افزایشی (IFI): این شاخص می‌تواند برای گزارش نیکویی برازش الگوی ساختاری مورد استفاده قرار بگیرد که مقادیر بالای ۰/۹ برای آن، قابل قبول است (Bollen, 1989).

۵) شاخص ریشه میانگین مربعات خطای برآورد (RMSEA): یکی دیگر از شاخص‌های ارائه شده توسط AMOS، می‌باشد که یکی از شاخص‌های اصلی نیکویی برازش در SEM به حساب می‌آید. این شاخص در بیشتر تحلیل‌های عاملی تأییدی و الگوسازی معادلات ساختاری استفاده می‌شود. اگر مقدار این شاخص کوچکتر از ۰/۱ باشد برازندگی الگو بسیار عالی است. اگر بین ۰/۱ و ۰/۵ باشد برازندگی الگو خوب است و اگر بین ۰/۵ و ۰/۸ باشد برازندگی الگو متوسط است (Nevit and Hancock, 2000). مقدار شاخص RMSEA از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$RMSEA = \sqrt{\frac{\delta\hat{}_M}{df_M(N-1)}} \qquad (۵-۲)$$

در رابطه بالا δ، درجه اشتباه در الگو، df، درجه آزادی و N، تعداد کل مشاهدات می‌باشد.

۶) شاخص کای اسکویر هنجار شده به درجه آزادی (CMIN/df): یکی دیگر از شاخص‌هایی می‌باشد که نرم‌افزار AMOS آن را در اختیار شما قرار می‌دهد. این مقدار از تقسیم شاخص کای اسکویر بر درجات آزادی به دست می‌آید. این شاخص نسبت به اندازه نمونه حساسیت کمتری از خود نشان می‌دهد. معیار پذیرش آن در بین پژوهشگران متفاوت بوده، و از کمتر از دو (Ullman, 2001) تا کمتر از پنج (Schumacker and Lomax, 2004) متغیر است. به منظور گزارش نیکویی برازش الگوی ساختاری از این شاخص نیز می‌توان استفاده کرد.

اصطلاحات و شاخص‌های خروجی نرم‌افزار Smart-PLS

به‌منظور ارائه نتایج در نرم‌افزار Smart-PLS در فصل سوم، از اصطلاحات و شاخص‌های متعددی استفاده شده است که در ادامه مورد اشاره قرار می‌گیرد:

۱) ضرایب مسیر: ضرایب مسیر نسخه‌های استاندارد شده از ضرایب رگرسیون خطی هستند که می‌توانند در بررسی ارتباط علی احتمالی بین متغیرهای آماری در SEM استفاده شوند (Hair et al., 2017). از ضرایب مسیر در نرم‌افزار Smart-PLS به‌منظور تصمیم‌گیری درباره شدت تأثیرگذاری سازه‌های پنهان بر روی متغیر وابسته استفاده می‌شود و بزرگ‌ترین ضریب دارای بیشترین و قوی‌ترین تأثیر خواهد بود. رابطه ضرایب مسیر به شرح زیر است:

۲) آلفای کرونباخ: معیاری کلاسیک برای سنجش پایایی و سنجه‌ای مناسب برای ارزیابی پایداری درونی (سازگاری درونی) محسوب می‌گردد. به عبارت دیگر به واسطه این شاخص مشخص خواهد شد که پرسش‌های پرسشنامه تا چه حد با هدف پژوهش یا همان متغیر وابسته در تناسب است. در معادلات ساختاری از این شاخص به منظور اطمینان از استاندارد بودن ابزارهای اندازه‌گیری الگوی ساختاری استفاده می‌شود. مقدار آلفای کرونباخ بالاتر از ۰/۷ نشانگر پایایی قابل قبول است (Cronbach, 1951).

$$a = \left(\frac{\mathrm{k}}{\mathrm{k}-1}\right)^{\mathrm{n}} \left(1 - \frac{\sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{k}} s_i^2}{s_t^2}\right) \qquad (۶-۲)$$

در رابطه بالا، k تعداد گویه‌ها در یک مقیاس، s_{i}^2 واریانس گویه iام، s_t^2 واریانس نمرات گویه (کل) می‌باشد.

۳) پایایی ترکیبی (CR): از آنجایی معیار آلفای کرونباخ یک معیار سنتی برای تعیین پایایی سازه‌ها می‌باشد، روش PLS معیار مدرن‌تری نسبت به آلفا، به نام پایایی ترکیبی به‌کار می‌برد. برتری پایایی ترکیبی نسبت به آلفای کرونباخ در این است که پایایی سازه‌ها نه به صورت مطلق بلکه با توجه به همبستگی سازه‌های پنهان با یکدیگر محاسبه می‌گردد. در صورتی که مقدار پایایی ترکیبی برای هر متغیر بالای ۰/۷ باشد، نشان از پایداری درونی مناسب برای الگوهای اندازه‌گیری دارد (Nunnally, 1978). این شاخص نیز همانند آلفا، برای ارزیابی ابزارهای اندازه‌گیری الگوی ساختاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در رابطه زیر نحوهٔ محاسبه دستی CR تنها برای یک سازه پنهان می‌باشد.

ابتدا باید واریانس خطای اندازه‌گیری[1] مربوط به هرکدام از متغیرهای مشاهده شده مربوط به سازه پنهان مورد نظر محاسبه شود. بدین منظور از رابطه زیر بهره گرفته می‌شود:

(بارعاملی متغیر مشاهده شده n ام به توان ۲)-۱= واریانس خطای اندازه‌گیری برای متغیر مشاهده شده n ام

پس از محاسبه واریانس خطای اندازه‌گیری یکایک متغیرهای مشاهده شده مربوط به یک سازه پنهان، از رابطه زیر برای محاسبه CR استفاده می‌شود:

$$\mathrm{CR} = \frac{\text{جمع تمامی بارهای عاملی متغیرهای مشاهده شده سازه مربوطه به توان دو}}{(\text{جمع تمامی خطاهای اندازه گیری متغیرهای مشاهده شده}) + (\text{جمع تمامی بارهای عاملی متغیرهای مشاهده شده سازه مربوطه به توان دو})} \qquad (۷-۲)$$

[1] - The variance of error

۴) بارهای بیرونی یا بارهای عاملی: از طریق محاسبه مقدار همبستگی شاخص‌های یک متغیر با خود متغیر محاسبه شده که اگر این مقدار برابر یا بیشتر از ۰/۴ شود، موید این مطلب است که واریانس بین متغیر و شاخص‌های آن از واریانس خطای اندازه‌گیری آن متغیر بیشتر بوده و پایایی در مورد آن الگو اندازه‌گیری قابل قول است (Hair et al., 2011).

۵) میانگین واریانس استخراج شده (AVE): نشان‌دهنده میانگین واریانس به اشتراک گذاشته شده بین هر سازه پنهان با گویه‌های خود است. به بیان ساده‌تر AVE میزان همبستگی یک سازه با گویه‌های خود را نشان می‌دهد که هر چه این همبستگی بیشتر باشد، برازش نیز بیشتر است (Barclay et al., 1995). از این شاخص نیز برای تصمیم‌گیری در مورد مناسب بودن ابزار اندازه-گیری الگوی ساختاری استفاده می‌شود. به منظور محاسبه دستی این ضریب برای یک سازه، ابتدا مقادیر اشتراکی[1] مربوط به هر کدام از متغیرهای مشاهده شده یک سازه محاسبه شود. رابطه آن به شرح زیر است:

بار عاملی متغیر مشاهده شده nام به توان۲ = مقدار اشتراکی مربوط به متغیر مشاهده شده nام

سپس جهت محاسبه دستی AVE از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$AVE = \frac{\text{جمع مقادیر اشتراکی}}{\text{تعداد متغیرهای مشاهده شده}} \qquad (۸-۲)$$

۶) اعتبار تبعیض‌آمیز: هدف از بررسی این شاخص حصول اطمینان از داشتن رابطه بسیار قوی در بین سازه‌ها با گویه‌های آن‌ها می‌باشد (Hair et al., 2017). این شاخص خود توسط دو شاخص فورنل و لارکر و بارهای متقابل سنجیده می‌شود. اگر دو شاخص نام برده مورد تایید قرار گیرند، اعتبار تبعیض‌آمیز الگو نیز تأیید خواهد شد. شاخص فورنل و لارکر و بارهای متقابل در ادامه توضیح داده خواهند شد.

۷) ضریب تعیین (R^2): به منظور تعیین اینکه چه مقدار از تغییرات متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل یا توضیحی، توصیف یا تعریف می‌شود، از ضریب تعیین استفاده می‌شود (Chin,1998). این ضریب از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

---

[1] - Communalities

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2]\,[n\sum y^2 - (\sum y)^2]}} \qquad (۹-۲)$$

در رابطهٔ بالا r، ضریب همبستگی، x مقادیر در اولین مجموعه داده‌ها، y، مقادیر در دومین مجموعه داده‌ها و n جمع کل مقادیر می‌باشد

پس از محاسبه r در رابطه (۲-۹)، آن را به توان دو رسانده و در ۱۰۰ ضرب کنید. بدین ترتیب ضریب R^2 به‌دست خواهد آمد.

۷) شاخص حشو یا افزونگی: این معیار از حاصلضرب مقادیر اشتراکی سازه‌های پنهان در مقادیر R^2 مربوط به آن‌ها به دست می‌آید و نشانگر مقدار تغییر پذیری گویه‌های یک سازه‌ی درون زا است که از یک یا چند سازه‌ی برون‌زا تأثیر می‌پذیرد. این شاخص نمایانگر کیفیت الگوی ساختاری می‌باشد و مقادیر مثبت آن منعکس کننده این کیفیت خوب خواهند بود. مقدار این شاخص از رابطه زیر به دست می آید:

$$\text{Red index for variable X} = \text{Comunality}_x \times R^2_x \qquad (۱۰-۲)$$

در رابطه بالا، Comunality، مقدار اشتراکی مربوط به سازه X و R^2 ضریب تعیین مربوط به سازه X می‌باشند.

۸) اثرات کل: از دیگر امکاناتی که نرم‌افزار Smart-PLS در اختیار کاربران قرار می‌دهد، اثرات کل می‌باشد که تاثیر کل مثبت یا منفی تمامی متغیرهای مستقل (چه به صورت مستقیم و چه به صورت غیر مستقیم) بر روی متغیرهای وابسته را در قالب جدول ارائه می‌دهد.

۹) بارهای عاملی متقابل: در این شاخص میزان همبستگی بین گویه‌های یک سازه پنهان با آن سازه و میزان همبستگی بین گویه‌های یک سازه با سازه‌های پنهان دیگر مقایسه می‌گردد. روند تصمیم‌گیری بدین صورت است که مقدار عددی بار عاملی تقاطعی برای گویه‌های یک سازه پنهان، باید از مقدار بار تقاطعی همان گویه‌ها در برای سازه‌های پنهان دیگر بیشتر باشد در غیر این صورت اعتبار تبعیض‌آمیز الگو زیر سوال خواهد رفت (Henseler et al., 2009).

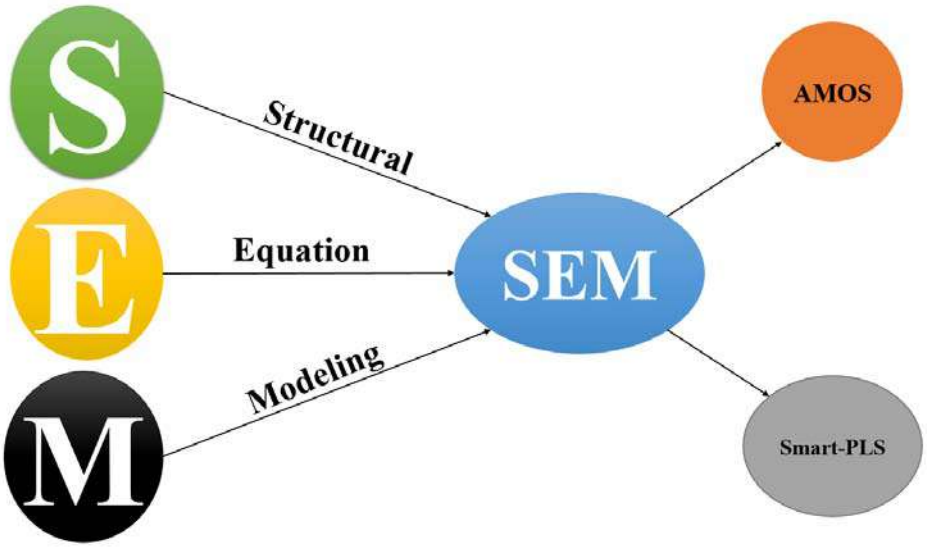
۱۰) شاخص فورنل و لارکر: معیار مهم دیگری که با عنوان روایی تبعیض‌آمیز مشخص می‌گردد، میزان رابطه یک سازه پنهان با گویه‌هایش در مقایسه رابطه آن سازه با سایر سازه‌های پنهان است؛

به‌طوری‌که روایی تبعیض‌آمیز قابل قبول یک الگو حاکی از آن است که یک سازه در الگو تعامل بیشتری با گویه‌های خود دارد تا با سازه‌های پنهان دیگر. فورنل و لارکر (Fornell and Larcker, 1981) بیان می‌کنند: روایی تبعیض‌آمیز وقتی در سطح قابل قبول است که میزان AVE برای هر سازه پنهان بیشتر از واریانس اشتراکی بین آن سازه و سازه‌های دیگر (یعنی مربع مقدار ضرایب همبستگی بین سازه‌ها) در الگو باشد. در PLS، بررسی این امر به وسیله یک ماتریس صورت می‌پذیرد که خانه‌های این ماتریس حاوی مقادیر مقادیر ضرایب همبستگی بین سازه‌ها و جذر مقادیر AVE مربوط به هر سازه است.

فصل سوم

راهنمای عملی الگوسازی معادلات ساختاری

به همراه مثال‌های کاربردی



مقدمه

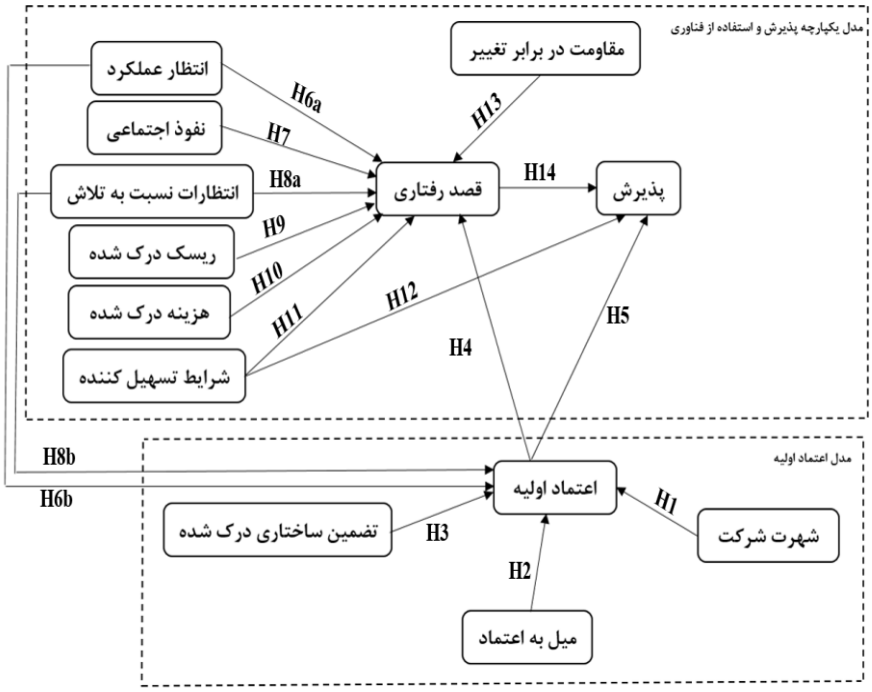
در این فصل راهنمای عملی استفاده و الگوسازی معادلات ساختاری در دو نرم افزار $Smart\text{-}PLS_3$ و $AMOS_{21}$ به‌صورت تصویری و گام به گام ارائه می‌شود. در این راستا، از داده‌های میدانی مورد استفاده در دو پژوهش علمی استفاده شده است. در پژوهش اول عوامل نگرشی مؤثر بر پذیرش اقدام‌های حفاظتی آب و خاک توسط شالیکاران در استان گیلان با استفاده از الگوسازی معادلات ساختاری مورد بررسی قرار گرفت. الگوی مفهومی ترکیبی (ترکیبی از الگو نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری[1] و الگو اعتماد اولیه[2]) برای ارزیابی نگرش کشاورزان نسبت به پذیرش اقدامات حفاظتی آب و خاک شامل ۱۳ مولفه نگرشی و ۴۲ گویه است. حجم نمونه آماری ۵۳۸ شالیکار می‌باشد که اطلاعات مورد نیاز از این شالیکاران در نیمه دوم سال ۱۳۹۸ جمع‌آوری شد. پژوهش دوم عوامل نگرشی موثر بر پذیرش غذاهای کاربردی توسط ساکنین شهر رشت را با استفاده از الگوسازی معادلات ساختاری مورد تجزیه و قرار داده است. حجم نمونه در این پژوهش ۲۲۳ خانوار بود و از ۷ مولفه نگرشی و ۲۱ گویه استفاده گردید. در هر کدام از دو پژوهش مذکور، به منظور تجزیه و تحلیل نتایج الگوی ساختاری از دو نرم‌افزار AMOS Graphics و Smart-PLS استفاده شد. برای تحلیل نتایج در نرم افزار AMOS از شش شاخص با نام‌های: ۱- آماره کای اسکویر، ۲- شاخص نیکویی برازش، ۳- شاخص برازش تطبیقی، ۴- شاخص برازش افزایشی، ۵- شاخص ریشه میانگین مربعات خطای برآورد، و ۶- شاخص کای اسکویر هنجار شده استفاده شد. همچنین به منظور تحلیل نتایج در نرم‌افزار Smart-PLS از ۱۱ شاخص استفاده شد که عبارتند از: ۱- ضرایب مسیر، ۲- آلفای کرونباخ، ۳- پایایی ترکیبی، ۴- بارهای بیرونی یا بارهای عاملی، ۵- میانگین واریانس استخراج شده، ۶- اعتبار تبعیض آمیز و ۷- ضریب تعیین استفاده می‌شود، ۸- شاخص حشو یا افزونگی، ۹- اثرات کل، ۱۰- بارهای عاملی متقابل و ۱۱- شاخص فورنل و لارکر. هر دو پژوهش توسط فریدی و همکاران در سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۲۰ انجام شده‌اند که با عنوان مثال کاربردی در متن نمایش داده شده‌اند.

در ابتدای فصل به نحوهٔ رسم و اجرای الگوی ساختاری اقدامات حفاظتی آب و خاک ابتدا با نرم‌افزار AMOS و سپس Smart-PLS پرداخته خواهد شد. در بخش دوم همین روند برای پژوهش غذاهای کاربردی تکرار خواهد شد. در پایان هر بخش نیز نحوهٔ گزارش خروجی‌های حاصل از هر دو نرم‌افزار را در قالب مقالات علمی به نمایش گذاشته می‌شود.

---

[1] - Unified Theory of Acceptance and Use of Technology
[2] - Initial Trust Model

پیش از ورود به بخش آموزش نرم‌افزارها، به ارائه و نمـایش الگـوی مفهـومی اسـتفاده شـده در مثال "عوامل نگرشی موثر بر پذیرش اقدامات حفاظتی آب و خاک" پرداختـه خواهـد شـد. الگـوی مفهومی به کار رفته در این پژوهش به همراه فرضیه‌های تحقیق در شکل زیر نمایش داده است.



شکل ۳-۱: الگوی مفهومی اقدامات حفاظتی آب و خاک

طریقه نصب نرم افزار AMOS21

به منظور نصب و راه اندازی نرم افزار AMOS21 مراحل زیر به ترتیب انجام می‌شود:

۱- برای نصب نسخه ۳۲ بیتی از پوشه bit ۳۲ و برای نصب نسخه ۶۴ بیتی برنامه از پوشـه bit ۶۴ استفاده نمایید.

۲- قبل از نصب حتما ارتباط رایانه خود را با اینترنت قطع کنید.

۳- فایل Setup. exe را اجرا کرده و با انتخاب گزینه Single user license برنامه را نصـب نمایید.

۴- در انتهای مراحل نصب، تیک گزینه .....click here to register for product updates را برداشته و بر روی دکمه ok کلیک کنید.
۵- پس از اتمام مراحل نصب و ظاهر شدن صفحه Licensing دکمه Cancel را زده و سپس در صفحه بعد دکمه YES را بزنید.
۶- در این مرحله فایل servre را از پوشه CRACK در محل نصب برنامه کپی کنید.

مسیر پیش فرض برنامه را می توانید در منوی Help مشاهده کنید.

*نکته: به خاطر داشته باشید برنامه را به هیچ وجه update و با به صورت آنلاین Register نکنید.

پس از کامل شدن مراحل نصب از طریق منوی Start رایانه و از برنامه های نصب شده به پوشه $AMOS_{21}$ رفته و سپس برنامه AMOS Graphics را اجرا کنید تا صفحه اصلی نرم افزار AMOS نمایان شود.

معرفی نرم افزار AMOS و اجزای اصلی آن

اِموس (AMOS)[1] یکی از چهار نرم افزار اصلی (AMOS , EQS , Lisrel , MPlus) الگوسازی معادلات ساختاری (SEM) است. هدف اصلی از طراحی این نرم افزار، الگوسازی است اما قابلیت اجرای مجموعه‌ای از تحلیل‌های کمی و آماری معمول نیز به وسیله آن وجود دارد.

این نرم‌افزار در برای اجرای تحلیل‌های چند متغیره استاندارد مانند: رگرسیون، تحلیل واریانس، تحلیل عاملی و همبستگی‌ها به کار می‌رود؛ و ضمن ترسیم الگوهای زیبا به کمک محاسبه آماره‌هایی خاص، فرضیات تحقیق را مورد آزمون قرار می‌دهد.

شایان ذکر است، نرم افزار اموس به دو روش عمده قابلیت استفاده دارد:

۱- نوشتن برنامه به زبان VB . NET (یا ویژوال بیسیک)
۲- استفاده از AMOS Graphics

برنامه VB . NET (یا ویژوال بیسیک) برنامه‌ای است که داده‌ها و الگوی تدوین شده را می‌توان به کمک آن معرفی و محاسبات را به انجام رساند، اما به دلایل زیر تمرکز کار بر روی استفاده از AMOS Graphics قرار دارد:

۱- استفاده ازAMOS Graphics در انجام مقایسه بسیار ساده‌تر است.
۲- استفاده از AMOS Graphics جذاب‌تر است و فضای کاری دلنشین‌تری را برای کاربر به‌وجود می‌آورد.

---

[1]- Analysis of Moment Structures

۳- امکانات دو روش مذکور به لحاظ کار بر روی انواع الگوها، استفاده از انواع شیوه‌های برآورد پارامترها و یا محاسبه انواع شاخص‌های برازش و اخذ خروجی‌های مختلف، با یکدیگر مشابه است. (قاسمی، ۱۳۸۹: ۴۱)

اجزای صفحه اصلی AMOS

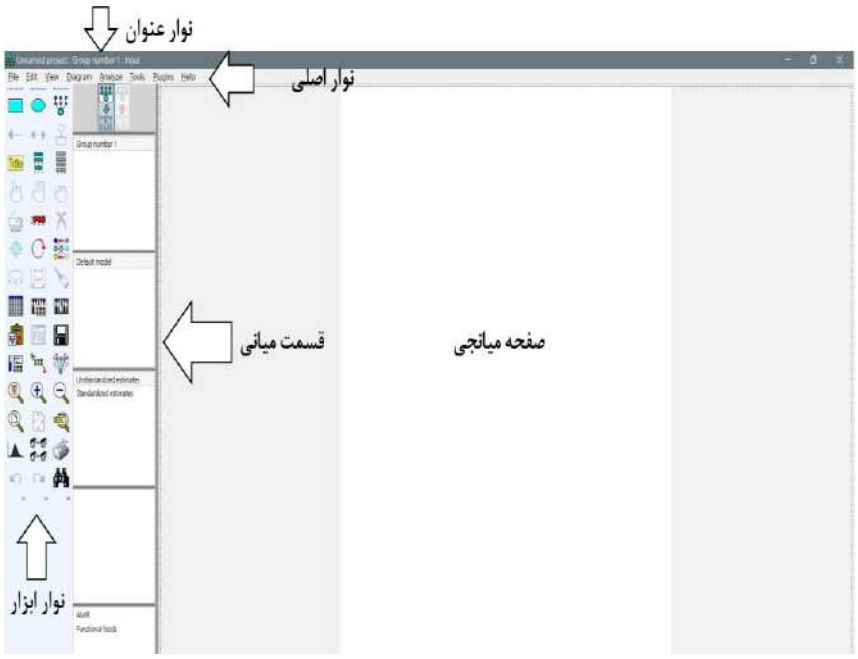
۱- نوار عنوان (Title Bar): نواری آبی رنگ واقع در بالاترین قسمت صفحه AMOS که در آن نام فایل جاری درج می‌شود.

۲- نوار اصلی (Menu Bar): واقع در قسمت بالای صفحه AMOS از چپ به راست شامل هشت گزینه (Edit, View, Diagram, Analyze, Tools, Plugins, Help, File) است. هر گزینه از زیر مجموعه‌هایی تشکیل شده است که برای انجام محاسبات مختلف از سوی پژوهشگر کاربرد دارند.

۳- نوار ابزار (Tool Bar): قسمتی متشکل از سه ستون ابزاری واقع در سمت چپ صفحه AMOS است که امکان ترسیم و اصلاح الگوی ترسیم شده را فراهم می‌آورد. این نوار ابزار، حاوی کلیدهای میانبری است که به جای زیر مجموعه‌های هشت گزینه اصلی در بالا، قابلیت ترسیم، تحلیل و مشاهده خروجی‌ها را برای پژوهشگر فراهم می‌کنند.

۴- قسمت میانی: این بخش شامل شش ردیف کادر (از بالا به پایین) واقع در قسمت میانی پرده اصلی AMOS است. هر کدام امکانات و اطلاعاتی را در اختیار پژوهشگر قرار می‌دهند که در ادامه به اقتضای مثال‌های مورد استفاده توضیح داده می‌شود.

۵- صفحه میانجی (Interface): واقع در سمت راست پرده اصلی AMOS است که فضای لازم را برای ترسیم الگوی نموداری، برآورد آماره‌های خاص و عنوان پژوهش از سوی کاربر فراهم می‌آورد.

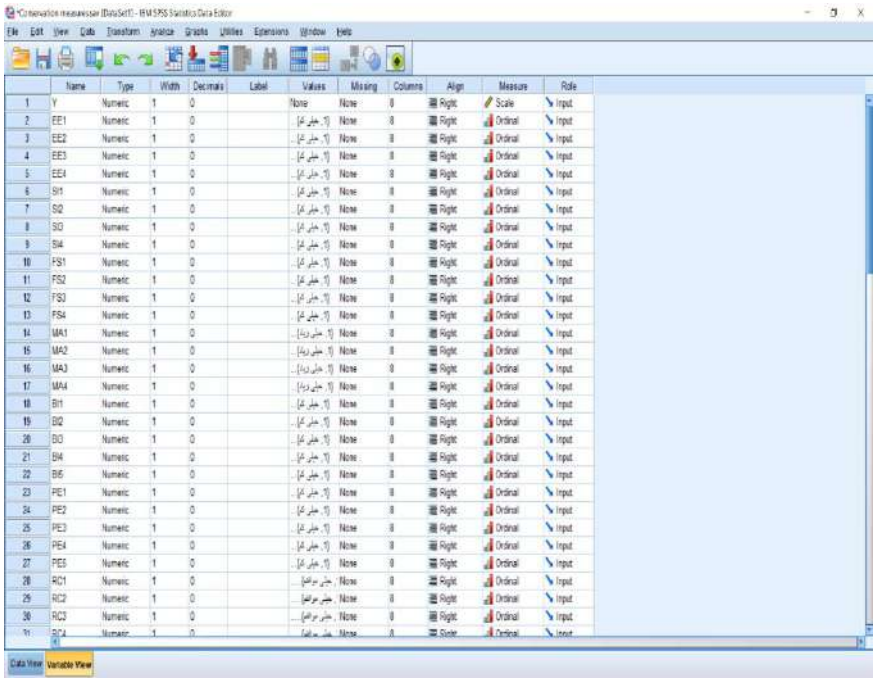


شکل ۳-۲: نمای کلی نرم‌افزار AMOS

تدوین الگو و تحلیل مثال کاربردی

به منظور روشن‌تر شدن نحوهٔ کاربری گزینه‌ها، ابزارها، امکانات نرم‌افزار AMOS و به‌طور کلی چگونگی ترسیم یک الگوی نموداری در محیط AMOS و نحوه تجزیه و تحلیل آن از فایل «غذاهای کاربردی» یا "Functional foods " استفاده می‌شود.

به‌منظور سهولت کار و دسترسی به داده‌ها، ابتدا سری داده‌ها وارد نرم افزار $SPSS_{25}$ می‌شود. در این الگو از ۱۳ متغیر استفاده شده است که متغیر وابسته آن یعنی Y پذیرش اقدامات حفاظتی توسط شالیکاران می‌باشد. متغیرهای مستقل یا سازه‌های پنهان عبارتند از: انتظارات نسبت به تلاش (EE)، انتظار عملکرد (PE)، نفوذ اجتماعی (SI)، ریسک درک شده (PR)، هزینه درک شده (PC)، شرایط تسهیل کننده (FC)، مقاومت در برابر تغییر (RC)، اعتماد اولیه (IT)، تضمین ساختاری درک شده (PSA)، میل به اعتماد (PT)، شهرت شرکت (FR). گویه‌های الگو و مقیاس (Scale) آن‌ها در شکل (۳-۳) نمایش داده شده‌اند.



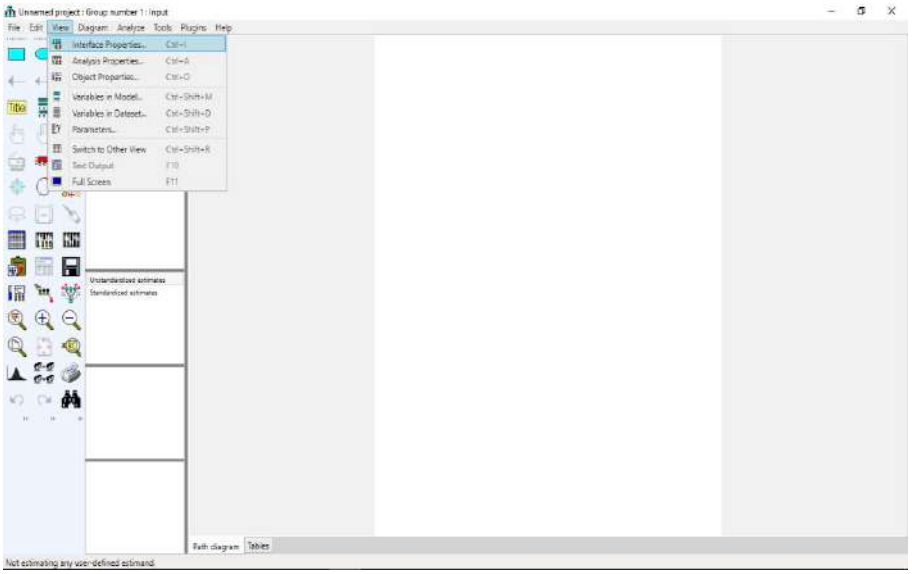
شکل۳-۳: نمای داده‌های مثال کاربردی در نرم‌افزار SPSS

گام نخست: تغییر رنگ و جهت صفحه میانجی

تغییر رنگ

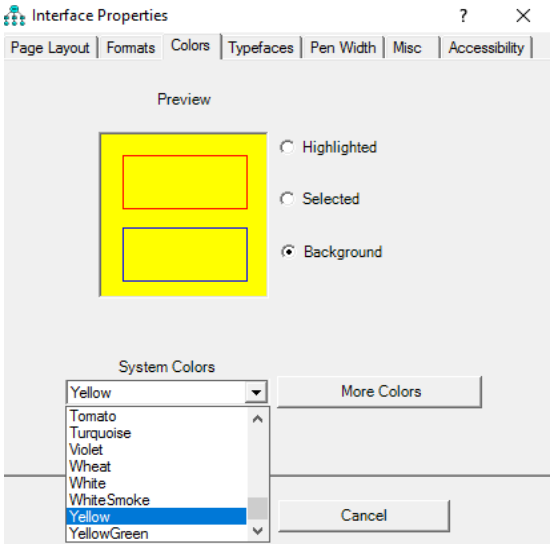
می‌توان برای صفحه اصلی AMOS ، که الگو درون آن ترسیم می‌شود، رنگ‌های متنوعی درخواست داد تا بتوان کنترل کرد که الگو مورد نظر از چارچوب صفحه اصلی خارج نشود. هرگونه تعدّی از مرز مشخص صفحه میانجی، منجر به عدم مشاهده آن قسمت در نسخه پرینت شده در پایان کار، خواهد شد. پیشنهاد می‌شود به هنگام رسم الگو از رنگ زرد یا هر رنگ مناسب و واضح دیگری به سلیقه خود استفاده کنید اما در پایان کار، به‌منظور تهیه نسخه چاپ شده، بهتر است رنگwhite smoke را انتخاب کنید تا شاهد یک سایه دودی سفید رنگ زیبا، در نسخه چاپ شده کار خود باشید.

برای رنگی کردن (به عنوان مثال: زرد) صفحه میانجی، ابتدا از منوی View گزینه Interface properties را انتخاب نمایید. (شکل۳-۴)



شکل ۳-۴: شروع فرایند تغییر رنگ صفحه میانجی

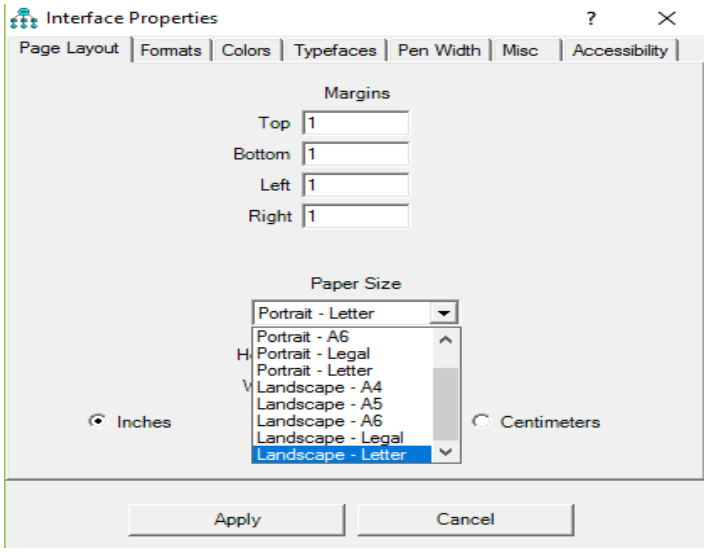
پرده Interface properties باز می‌شود (شکل۳-۴). با انتخاب گزینهٔ colors، قسمت Background را تیک زده و سپس از قسمت system colors، رنگ مورد نظر خود را گزینش کنید و در نهایت با کلیک کردن بر روی دکمه Apply آن رنگ را روی صفحه میانجی AMOS ببینید.



شکل ۳-۵: نحوه تغییر رنگ صفحه میانجی

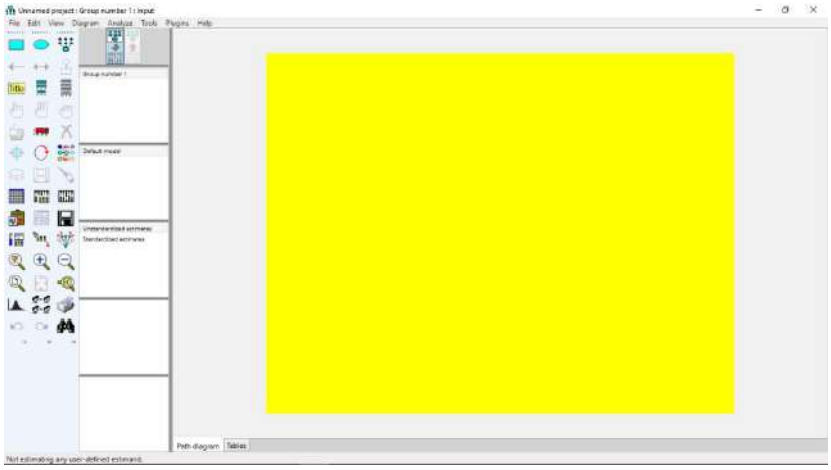
تغییر جهت صفحه میانجی

نرم‌افزار AMOS علاوه بر تغییر رنگ امکان تغییر شکل و جهت صفحه میانجی را نیز به کاربر می‌دهد. صفحه میانجی یا به شکل افقی (Landscape) یا به شکل عمودی (Portrait) است و در اندازه‌های مختلف؛ که معمولاً حالت افقی آن، کاربری بیشتری دارد. برای این کار همانند مسیر تغییر رنگ، از منوی view گزینه Interface properties را انتخاب کنید و با کلیک کردن بر روی طرح صفحه (page layout) از لیست اندازه کاغذ (paper size) به طور مثال گزینه Landscape Letter و یا Landscape - A4) را انتخاب کنید تا صفحه میانجی به حالت افقی در آید. (شکل۳-۶)



شکل۳-۶: نحوه تغییر جهت صفحه میانجی

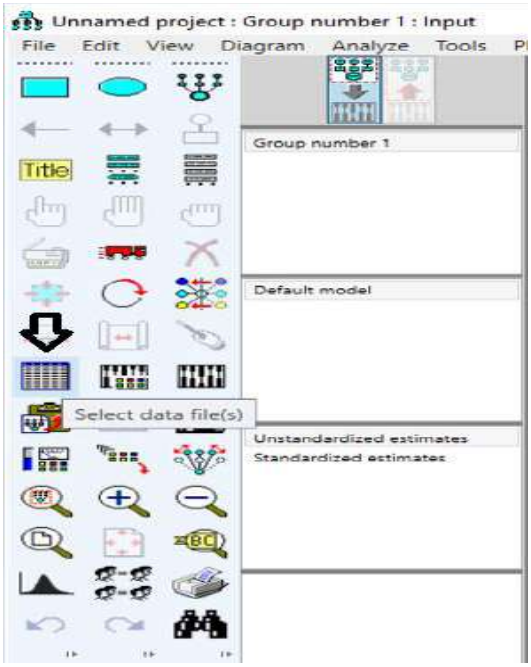
سپس دکمه Apply را کلیک کنید تا درخواست شما تأیید شود (شکل ۳-۷).



شکل ۳-۷: صفحه میانجی بعد از انتخاب رنگ زرد

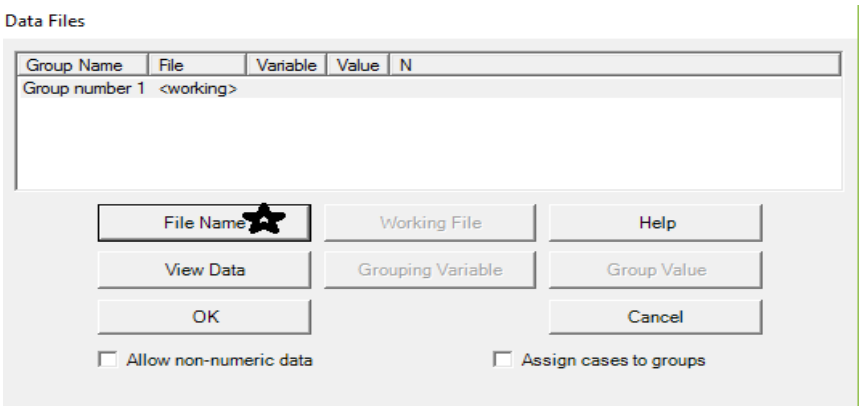
گام دوم: فراخوانی داده‌ها

گام دوم، فراخوانی داده‌ها در نرم‌افزار AMOS می‌باشد. همان‌طور که در تصویر مشاهده می‌کنید، در قسمت نوار ابزار بر روی گزینه Select data file(s) کلیک کنید (شکل۳-۸).



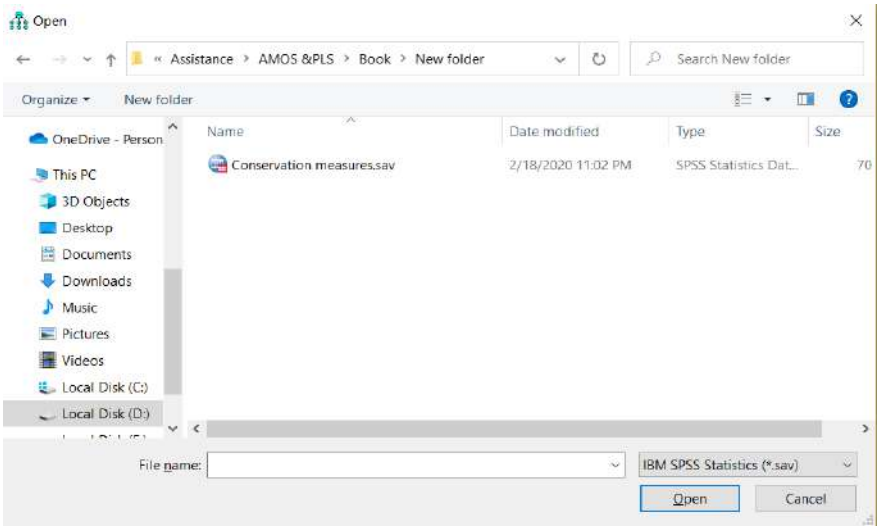
شکل۳-۸: نشان فراخوانی داده‌ها

پرده‌ای با عنوان Data files باز می‌شود. با انتخاب گزینه File name، مسیر داده‌های خـود را برای نرم‌افزار مشخص کنید (شکل۳-۹).



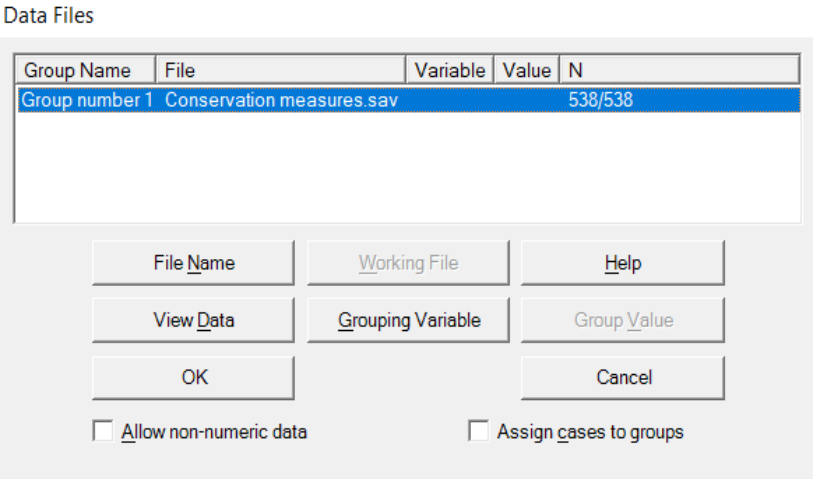
شکل۳-۹: انتخاب مسیر داده‌ها در رایانه

پنجره Open باز می‌شود که به شما این امکان را می‌دهد تا داده‌های مربوط به مثـال کـاربردی را که با نام Conservation measures و فرمت sav (فایل داده نرم‌افزار SPSS) در سیستم شـما ذخیره شده است را در قسمت File name فراخوان کرده و با زدن دکمه Open آن را برای برنامـه تعریف نمایید (شکل۳-۱۰).



شکل۳-۱۰: انتخاب فایل داده‌ها در پوشه مورد نظر

مشاهده می‌کنید که این فایل داده با فراوانی ۵۳۸ برای هر یک از گویه‌های نگرشی فراخوان شده است. (شکل۳-۱۱)

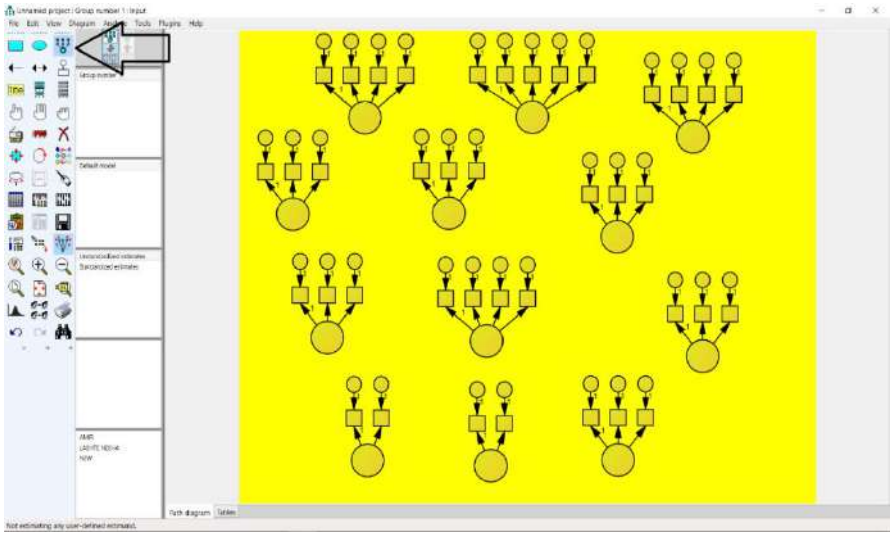


شکل۳-۱۱: نمایش داده‌ها به همراه تعداد آن‌ها

گام سوم: رسم سازه‌های پنهان و گویه‌هایشان

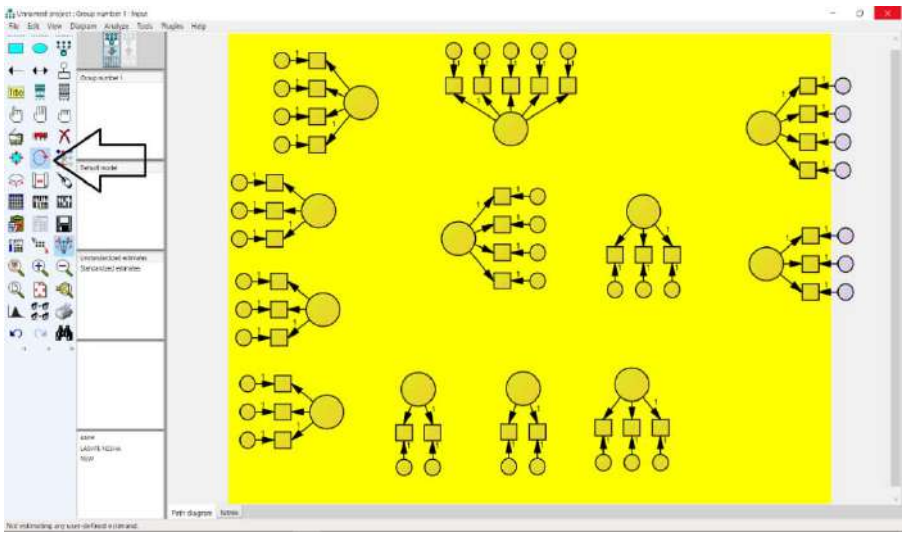
در این مرحله، سازه‌های پنهان شامل انتظارات نسبت به تلاش (EE)، انتظار عملکرد (PE)، نفوذ اجتماعی (SI)، ریسک درک شده (PR)، هزینه درک شده (PC)، شرایط تسهیل کننده (FC)، مقاومت در برابر تغییر (RC)، اعتماد اولیه (IT)، تضمین ساختاری درک شده (PSA)، میل به اعتماد (PT)، شهرت شرکت (FR) تعریف می‌شود که سازه EE دارای ۴ گویه ، PE با پنج گویه، SI با چهار گویه، PR با سه گویه، PC با سه گویه، FC با سه گویه، RC با چهار گویه، IT با سه گویه، PSA با دو گویه، PT با دو گویه و FR با سه گویه نمایش داده خواهند شد.

برای این کار سراغ نوار ابزار رفته و روی اولین ابزار ستون سمت راست که به شکل دایره‌ای با چند گویه است، کلیک کنید. علامت نشانگر موشواره را داخل صفحه میانجی برده و یک بار کلیک کنید تا یک بیضی که نشانه سازه پنهان است، کشیده شود. سپس، درحالی‌که نشانگر موشواره همچنان داخل بیضی است، برای سازه EE چهار بار کلیک کنید تا به ازای هر کلیک یک گویه به همراه یک متغیر خطا رسم شود. برای سایر سازه‌ها نیز به طریق مشابه اقدام کنید تا جایی که تمامی سازه‌های الگو به همراه گویه‌هایشان به صورت اولیه در صفحه نرم‌افزار ظاهر شوند (شکل ۳-۱۲).



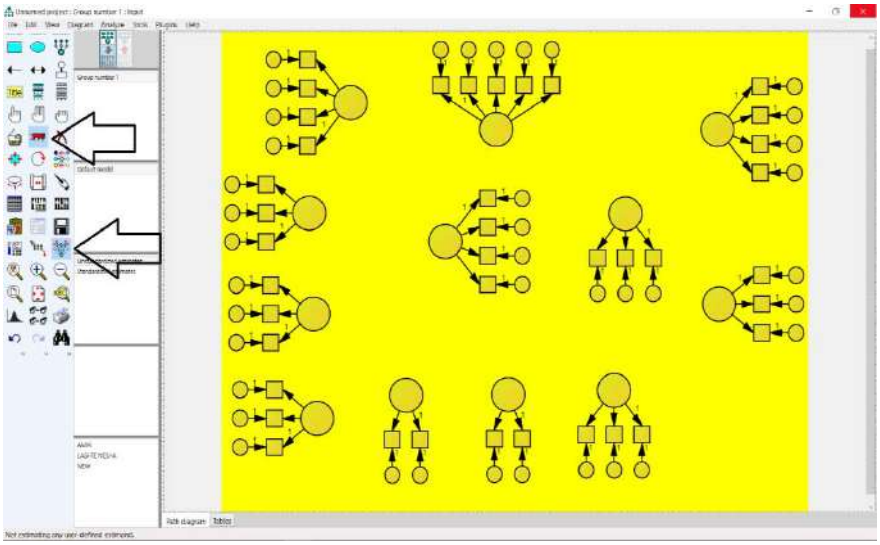
شکل۳-۱۲: رسم سازه‌های پنهان به صورت اولیه

اکنون نوبت به تنظیم شکل و جهت سازه‌ها به منظور قرارگیری مناسب درون صفحه میانجی با مرز مشخص می‌رسد. برای این کار با زدن گزینه rotate از نوار ابزار و کلیک بر روی سازه پنهان جهت گویه‌ها را به دلخواه تغییر داده و یا به اصطلاح بچرخانید (شکل۳-۱۳).



شکل۳-۱۳: نحوهٔ چرخش سازه‌های پنهان

دقت کنید که هیچ بخشی از الگو نباید از مرز مشخص صفحه میانجی خارج شود. زیرا در این صورت به هنگام چاپ، آن قسمت را روی صفحه چاپ شده نخواهید داشت. از این‌رو، همان‌طور که در تصویر زیر مشاهده می‌کنید ابتدا بر روی دکمه Move objects به شکل یک کامیون است و سپس بر روی دکمه Symmetric کلیک کرده و نشانگر موشواره را روی الگو برده و به میزان دلخواه هر شکل را به چپ یا راست، بالا یا پایین حرکت دهید تا قرینه‌ترین حالت را که جلوهٔ خوبی داشته باشد ، ایجاد نمایید.

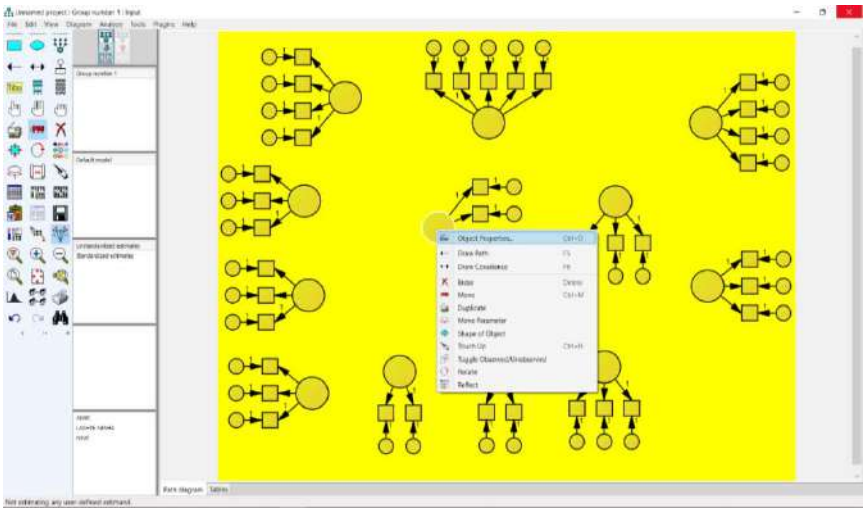


شکل۳-۱۴: نحوه انتخاب یکپارچه الگو و چرخش همزمان تمامی سازه‌ها

گام چهارم: نام‌گذاری سازه‌های پنهان و متغیرهای مشاهده شده

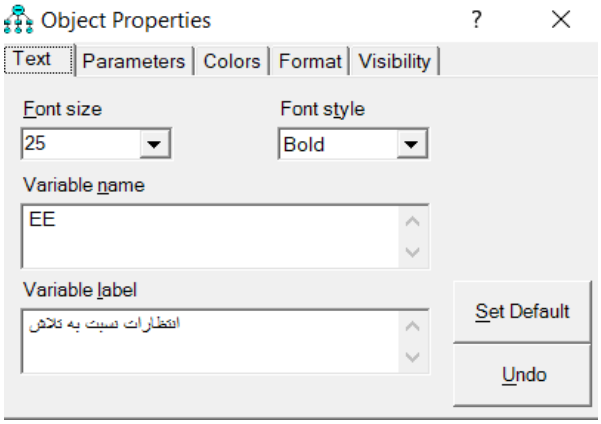
نام‌گذاری سازه‌های پنهان

رسم سازه‌های پنهان و گویه‌هایشان، فضاهای مناسبی را برای نام‌گذاری سازه‌ها فراهم می‌آورد. برای نام‌گذاری سازه‌های پنهان، ابتدا نشانگر موشواره را روی متغیر برده و ضمن کلیک راست بر روی آن، گزینه Object Properties را انتخاب کنید.



شکل۳-۱۵: نحوه نام‌گذاری سازه‌های پنهان

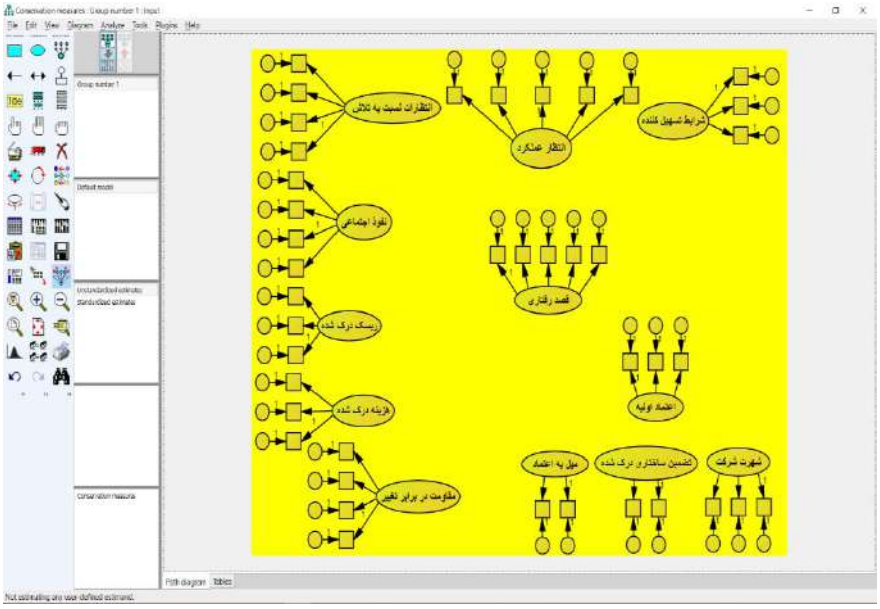
پرده‌ای با نام object properties گشوده می‌شود. گزینه Text را کلیک کنید (معمولاً این قسمت به‌صورت پیش‌فرض باز و انتخاب شده است). در قسمت Font size اندازه کلمه و در قسمت Font style نمای ظاهری کلمه را انتخاب کنید تا نام سازه‌ها بهترین و مناسب‌ترین جلوه را درون کادر خود پیدا کنند. اکنون در کادر زیر variable name نام سازه پنهان خود (EE) را حتما به انگلیسی (حروف بزرگ یا کوچک فرقی ندارد) درج کنید. سپس، نشانگر موشواره را درون کادر Variable label ببرید و به منظور راحتی خوانندگان فارسی زبان، برچسب فارسی (انتظارات نسبت به تلاش) برای سازه پنهان خود درج کنید.



شکل۳-۱۶: فرآیند نام‌گذاری سازه پنهان

* نکته ۱: در قرار دادن یا ندادن برچسب (label) برای سازه خود مختارید (هر چند بهتر است متغیر برچسب داشته باشد). اما هیچ سازه‌ای بدون نام درج شده توسط برنامه قابل شناسایی نیست؛ لذا درج کردن نام سازه امری ضروری است. همچنین، نام متغیر باید حتماً به انگلیسی نوشته شود، حال آن که فارسی یا انگلیسی بودن برچسب به اختیار کاربر است.
* **نکته ۲:** زمانی‌که نام سازه یا برچسب آن را در کادرهای مربوطه‌شان می‌نویسید، اثر کار شما به‌طور هم‌زمان درون شکل بیضی مربوط به متغیر پنهان قابل مشاهده است. اگر می‌بینید که قسمتی از موارد حک شده از بیضی خارج می‌شود، می‌توانید به راحتی با زدن دکمه ↵ Enter سطر دیگری برای نوشتن عبارت خود باز کنید. بدین ترتیب زیبایی بیشتری به کار خود می‌بخشید.
* **نکته ۳:** هرگاه برای سازه‌ای هم نام و هم برچسب تعریف شده باشد، آن چه درون شکل بیضی (برای سازه پنهان) یا مستطیل (برای متغیر مشاهده شده) مشاهده می‌کنید، برچسب متغیر است. اما هرگاه متغیری فقط نام داشته باشد به ناچار همان نام را درون شکل متغیر می‌بینید.

تمامی مراحل ذکر شده فوق را برای تمامی سازه‌های پنهان دیگر اجرا نمایید. تصویر زیر نتیجه کار خواهد بود.



شکل ۳-۱۷: الگوی ساختاری پس از نام‌گذاری سازه‌های پنهان

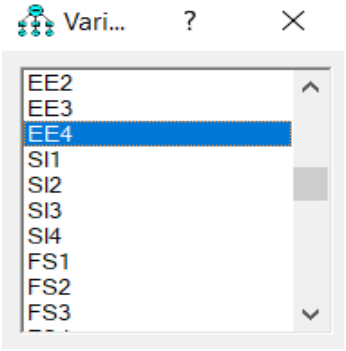
نام‌گذاری متغیرهای مشاهده شده

پس از نام‌گذاری سازه‌های پنهان، نوبت به نام‌گذاری متغیرهای مشاهده شده می‌رسد.

* **نکته:** همانطور که در قسمت قبلی مشاهده کردید، نام‌گذاری سازه‌های پنهان به عهده شماست و می‌توانید هر نامی به دلخواه برای آن‌ها انتخاب کنید. اما متغیرهای مشاهده شده باید از طریق فایل SPSS که در ابتدای کار به نرم‌افزار معرفی شد، نام‌گذاری شوند.

بنابراین با توضیحی که در قالب نکته فوق آورده شد برای نام‌گذاری متغیرهای مشاهده شده می‌توان دو راه را انتخاب کرد:

۱- درون نوار ابزار رفته و گزینه Variables in Data set را انتخاب کنید. پرده‌ای گشوده می‌شود که لیست متغیرهای مشاهده شده درون آن آمده است. متناسب با هر سازه پنهان، یک یا چند متغیر مشاهده شده وابسته به آن وجود دارد. با بردن نشانگر موشواره روی آن متغیر مشاهده شده و کشیدن آن درون مستطیل مربوطه به راحتی متغیر مشاهده شده را از لیست متغیرها به فضای مربوط به خودش منتقل کنید.

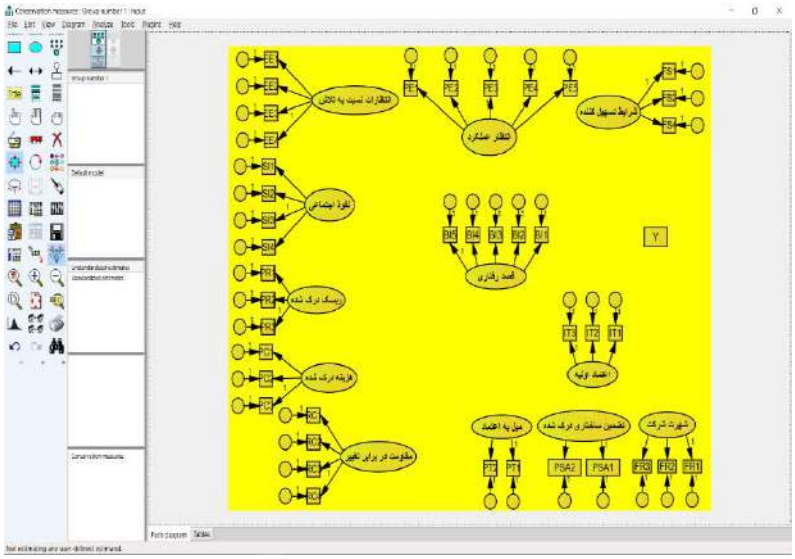


شکل۳-۱۸: متغیرهای مشاهده شده الگوی ساختاری

۲- راه دوم مانند نام‌گذاری سازه‌های پنهان است. یعنی روی متغیر مشاهده شده کلیک راست و گزینه object properties انتخاب کنید. پرده‌ای باز می‌شود. درون کادرهای مربوطه نام و برچسب متغیر مشاهده‌ای را درج کنید.

با استفاده از دو مسیر یادشده همه آن‌ها را نام‌گذاری کنید اما یک متغیر مشاهده شده دیگری با نام Y وجود دارد که همان «پذیرش یا عدم پذیرش اقدامات حفاظتی آب و خاک» است. می‌خواهید اثر حضور این متغیر مشاهده شده منفرد را بر روی کل الگو بررسی نمایید. بنابراین، از

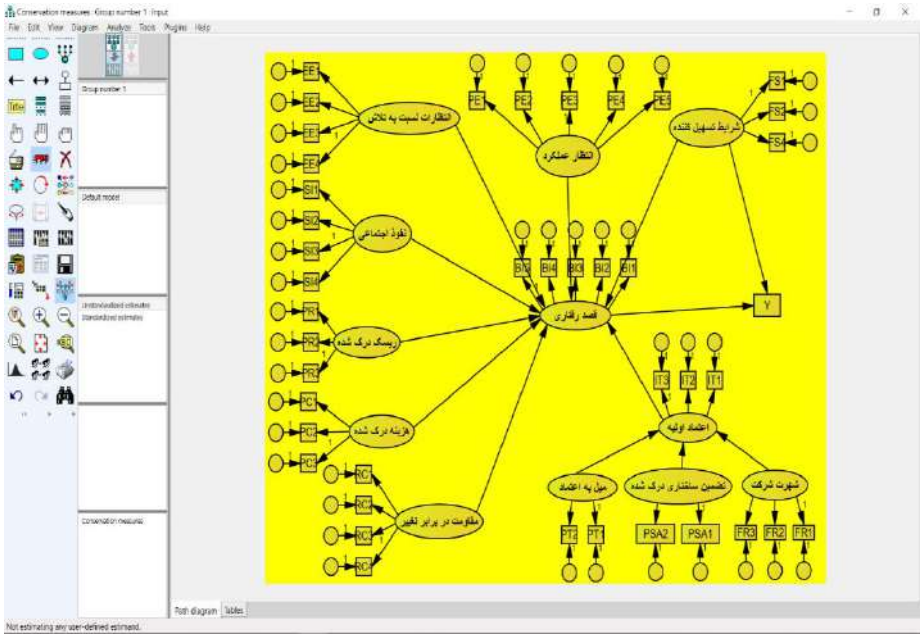
لیست متغیرهای مشاهده شده Y را بکشید و به درون صفحه میانجی منتقل کنید. برنامه Y را درون یک مستطیل به نشانه مشاهده شده بودن آن قرار می‌دهد.



شکل۳-۱۹: الگوی ساختاری پس از نام‌گذاری متغیرهای مشاهده شده و سازه‌های پنهان

گام پنجم: روابط تحلیل عاملی و تحلیل مسیر

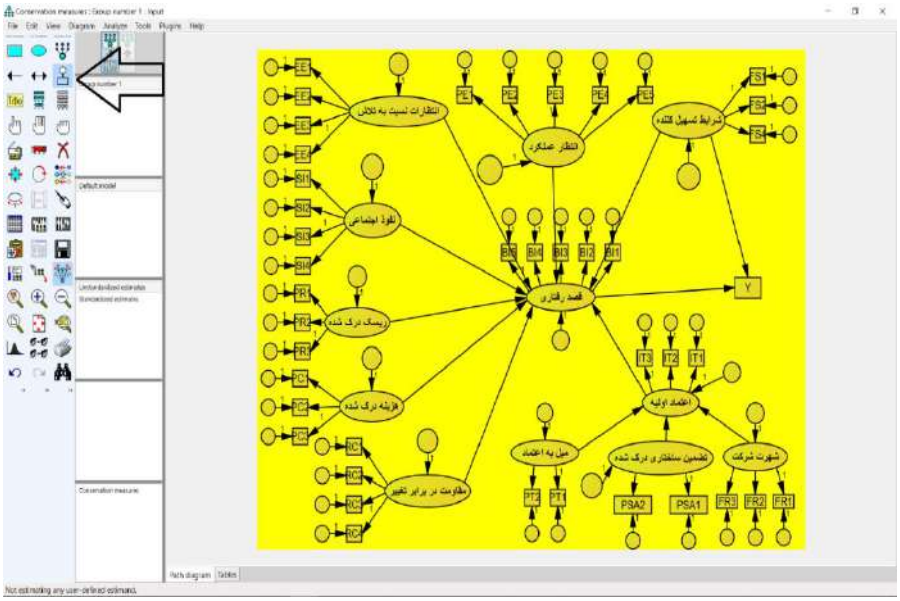
با نام‌گذاری متغیرهای مشاهده شده و سازه‌های پنهان الگو، روابط تحلیل عاملی الگو ترسیم شده است. از آنجایی که می‌خواهید حاصل کار در پایان، یک الگوی معادلات ساختاری باشد، لذا اکنون نوبت به رسم روابط تحلیل مسیر می‌رسد. برای این کار، علامت فلش یک سر ← را از نوار ابزار انتخاب کنید و بر اساس الگوی نظری مانند تصویر زیر بین سازه‌های پنهان و یک متغیر مشاهده شده (Y) فلش‌های یک سویه بکشید. دقت کنید برای رسم فلش یک سویه، نشانگر موشواره را روی کادر یک متغیر مبدأ ببرید بدون هرگونه عجله منتظر بمانید تا کادر قرمز رنگ شود. اکنون شروع به رسم فلش کنید. وقتی نوک فلش به متغیر مقصد رسید، منتظر بمانید تا کادر قرمز شود. اکنون انگشت خود را از روی موشواره بردارید.



شکل۳-۲۰: الگوی ساختاری مثال کاربردی

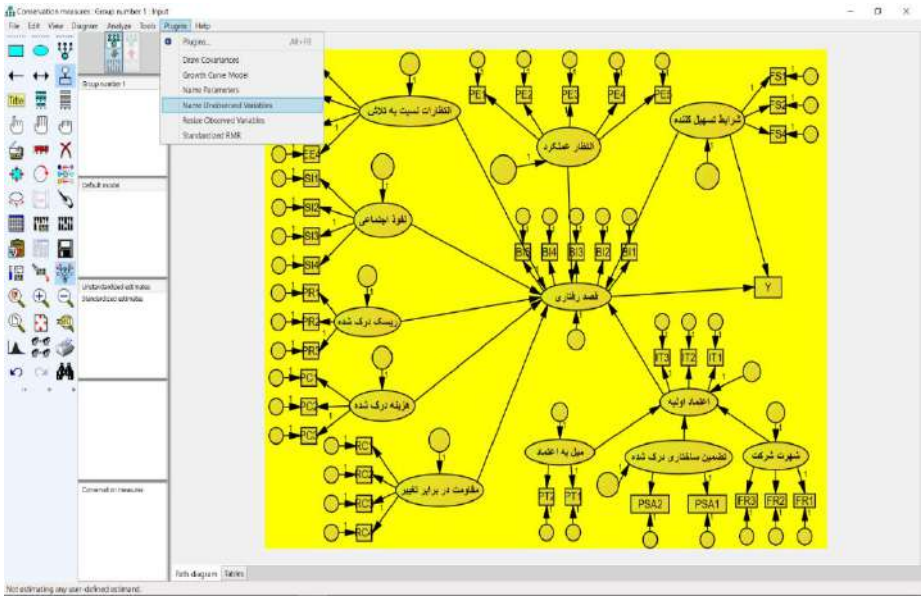
گام ششم: رسم متغیرهای خطا و نام گذاری آن‌ها

برای هر یک از سازه‌های پنهان باید یک متغیر خطا نیز پیش‌بینی کرد. برای این کار از ستون سمت راست نوار ابزار شکل «مستطیلی با یک شاخک دایره‌ای» را انتخاب و بر روی متغیرهای مستقل الگو کلیک کنید تا متغیر خطا رسم شود. اگر جای آن نامناسب بود با چند بار کلیک فضای مناسبی برایش انتخاب کنید.



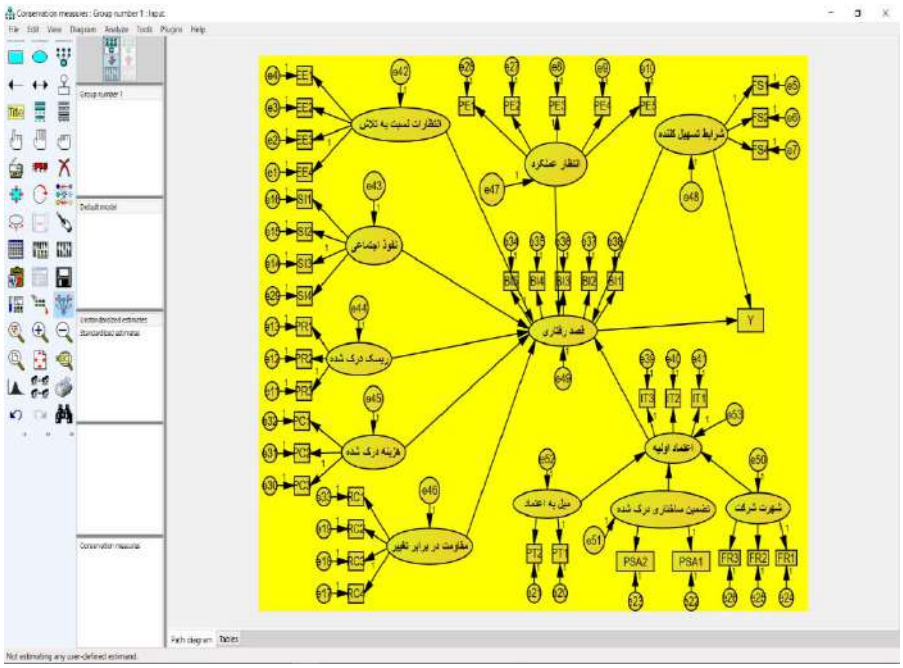
شکل۳-۲۱: رسم متغیرهای خطا برای سازه‌های پنهان

متغیرهای خطا هم نیاز به نام‌گذاری دارند. برای ایـن کـار از منـوی Plugins گزینـه Name Unobserved Variables را انتخاب کنید.



شکل۳-۲۲: نام‌گذاری متغیرهای خطا

مشاهده می‌کنید که پس از طی مسیر یادشده، متغیرهای خطا، نام‌گذاری شدند (شکل۳-۲۳). در نهایت پس از نام‌گذاری تمامی انواع متغیرهای در الگوی ساختاری شکل (۳-۲۳) حاصل می‌شود.



شکل۳-۲۳: الگوی ساختاری پس از نام‌گذاری متغیرهای خطا

* **نکته ۱:** به یاد داشته باشید گزینه Name unobserved variables از منوی plugins تنها برای نام‌گذاری خطاهای سازه اصلی کاربرد ندارد. بلکه همهٔ سازه‌های غیر مشاهده‌ای یا پنهان را، که با شکل بیضی یا دایره نمایش داده می‌شوند، نام‌گذاری می‌کند. اگر در الگو سازه‌های پنهان توسط پژوهشگر نام‌گذاری نمی‌شدند، نرم‌افزار این کار را با انتخاب گزینه فوق، انجام می‌داد. مثلاً، در بیضی‌ها نرم‌افزار اسامی A1 و A2 و ... (فاکتور ۱ تا ۷) را درج می‌کرد. بهتر است نام‌گذاری بر عهده نرم‌افزار گذاشته نشود چون در صورت زیاد بودن سازه‌های پنهان در بازشناسی آنان در فایل خروجی، پژوهشگر دچار مشکل می‌شود.

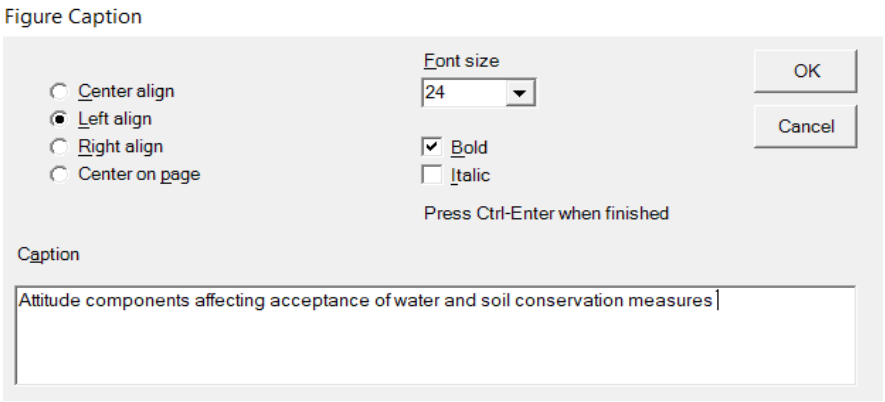
* **نکته ۲:** در این حالت، ترتیب نام‌گذاری متغیرهای خطا بر عهده نرم‌افزار بوده و در حین کار در اثر عملیات آرایشی و پیرایشی که روی الگو انجام می‌دهید، ممکن است ترتیب این شماره‌گذاری‌ها تغییر یابد. نگران نشوید، زیرا این رخداد تأثیری روی الگو ندارد.

گام هفتم: انتخاب عنوان

گام هفتم، انتخاب Title (عنوان) برای الگو است. معمولاً، Title در دو بخش الگو قابل جای‌گذاری است:

۱- بالای الگو؛ شامل عنوان پژوهش، خصوصیات آماره‌های روی الگو (استاندارد یا غیر استاندارد) و در صورت لزوم گروه‌بندی بودن الگو است.

۲- پایین الگو: شامل یکسری آماره‌ها مانند کای - اسکوئر. درجه آزادی، مقدار احتمال آن و ... می‌باشد. در این راستا، ابتدا گزینه Title را از نوار ابزار انتخاب کنید و در قسمت بالای صفحه میانجی یک بار کلیک کنید، پرده‌ای با عنوان Figure Caption گشوده می‌شود. بهتر است گزینه‌های left align (چپ چین) و Bold را تیک بزنید. Font را هم به دلخواه تنظیم کنید. سپس در کادر زیر Caption ابتدا عنوان پژوهش خود را درج کنید (برای مثال، Attitude components affecting acceptance of water and soil conservation measures). در نهایت کلید OK را فشار دهید. (به‌دلیل تعدد سازه‌های این الگو و فضای اندک، از نوشتن عنوان در این مثال اجتناب شده است)

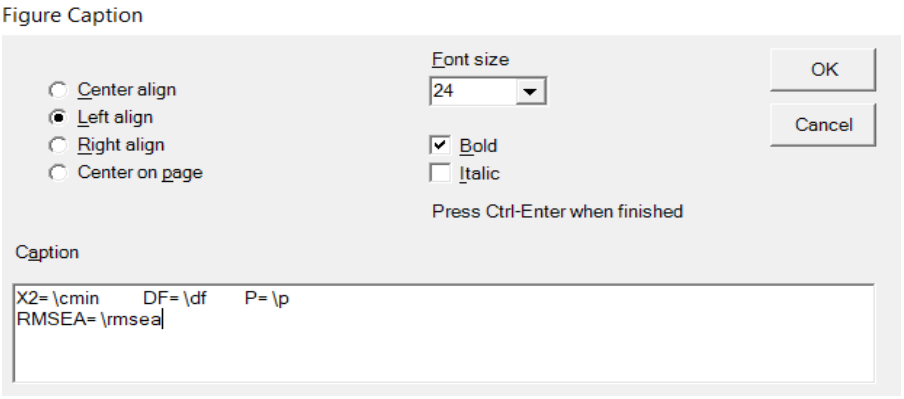


شکل ۳-۲۴: انتخاب عنوان برای الگوی ساختاری

بار دیگر کلید Title را انتخاب کرده و این بار در قسمت پایین صفحه کلیک کنید تا مجدداً پرده Figure Caption باز شود. Bold Left align و سایر گزینه های دلخواه را برای عبارات خود انتخاب کنید و در کادر Caption با کمی دقت و حوصله عبارات زیر را حک کنید و سپس، OK را انتخاب کنید. (به واسطه این کار، سه آماره اصلی ارائه شده توسط نرم‌افزار، در پایان کار بر روی صفحه الگوی ساختاری شما ظاهر می‌شود که این امکان برای افراد فراهم می‌شود تا در یک قاب، تمامی اطلاعات الگوی ساختاری شما را به‌طور خلاصه مشاهده کنند)

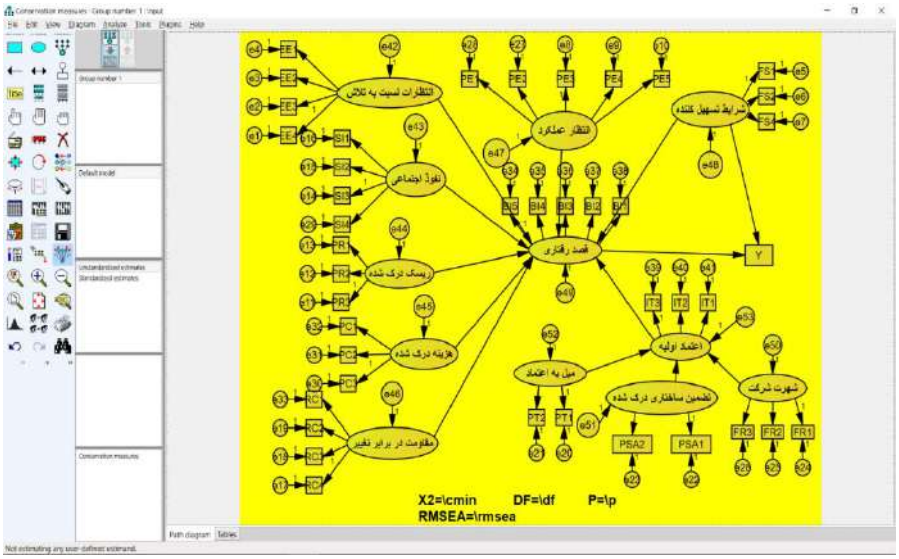
X2= \cmin.DF=\df P=\p
RMSEA=\rmsea

*__نکته:__ به یاد داشته باشید بزرگ یا کوچک بودن حروف آماره‌ها در سمت چپ علامت (=) به اختیار کاربر است زیرا کد نیستند و فقط نمایش داده می‌شوند. در حالی‌که سمت راست علامت (=) حتماً باید با حروف کوچک تایپ شود، چرا که بیانگر کد هستند. همچنین، فراموش نکنید فاصله میان آماره‌ها را رعایت کنید.



شکل۳-۲۵: معرفی آماره‌ها به منظور نمایش در صفحه میانجی

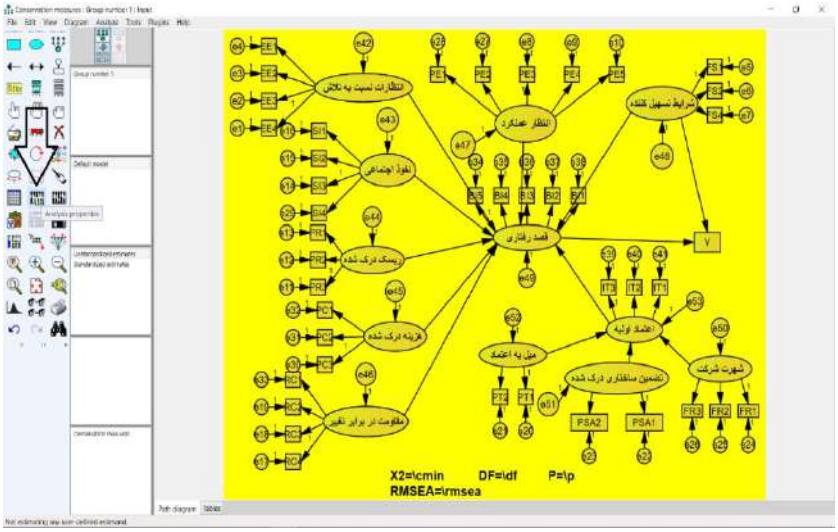
اکنون می‌توانید با انتخاب گزینهٔ Move objects از نوار ابزار روی عناوین درج شده در بالا و پایین صفحه بروید و مکان‌شان را به دلخواه جابه‌جا کنید.



شکل۳-۲۶: الگوی ساختاری نهایی

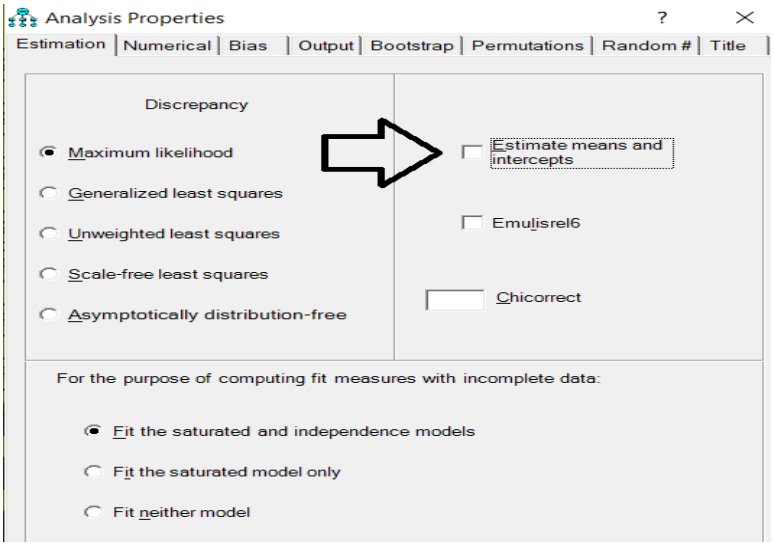
گام هشتم: انتخاب جزئیات تجزیه و تحلیل

به خاطر داشته باشید پس از تدارک داده‌ها و ترسیم الگو لازم است قبل از اجرای تجزیه و تحلیل برخی از جزئیات آن مشخص شوند. گزینه Analysis properties ستون میانی نوار ابزار را انتخاب کنید.



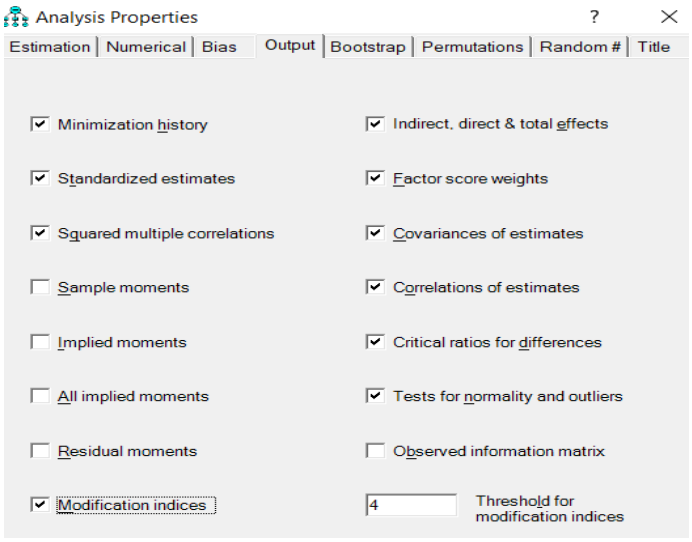
شکل۳-۲۷: نشان انتخاب جزئیات تجزیه و تحلیل

پس از این انتخاب، صفحه Analyze properties گشوده می‌شود. وارد سـربرگ Estimation شوید. در سطر اول از ستون سمت راسـت گزینـه Estimate means and intercepts را انتخـاب کنید.



شکل۳-۲۸: انتخاب جزئیات تجزیه و تحلیل

اکنون وارد سربرگ output شده، چهار گزینه از ستون سمت چپ و شش گزینه هـم از سـتون سمت راست صفحه را انتخاب کنید. انتخاب این گزینه‌ها به شما کمک می‌کنند تا خروجـی الگـو را مدیریت نمایید. برای مثال، فعـال کـردن گزینـه standardized estimates باعـث مـی‌شـود کـه برآوردهای استاندارد کلیه وزن‌های رگرسیونی، تعریف شده در الگو، نیز گزارش شوند.



شکل ۳-۲۹: انتخاب جزئیات تجزیه و تحلیل در سربرگ Output

از ستون سمت چپ در این بخش، گزینهٔ پرکاربرد دیگری که می‌تواند در اصلاح الگو به پژوهشگر یاری رساند Modification indices است که شاخص‌های اصلاح را برای الگو تدوین شده گزارش می‌کند. شاخص‌های اصلاح نشان می‌دهند که با افزودن چه مسیرهایی به الگو می‌توان مقادیر کای اسکوئر یا RMSEA را کاهش داد.

از ستون سمت راست نیز چند گزینه کاربرد زیادی دارند. گزینه Direct, indirect & total effects گزینه‌ای است که بیانگر اثرات مستقیم، غیر مستقیم و کل متغیرها در الگو است که بهتر است همراه با گزینه standardized estimates فعال شود تا مقادیر استاندارد و غیر وابسته به مقیاس نیز در خروجی گزارش شوند. چنانچه کاربر مایل باشد توان یک متغیر مشاهده شده را در پیش‌بینی نمرات یک سازه پنهان مورد بررسی قرار دهد گزینه Factor score weights به وی کمک خواهد کرد.

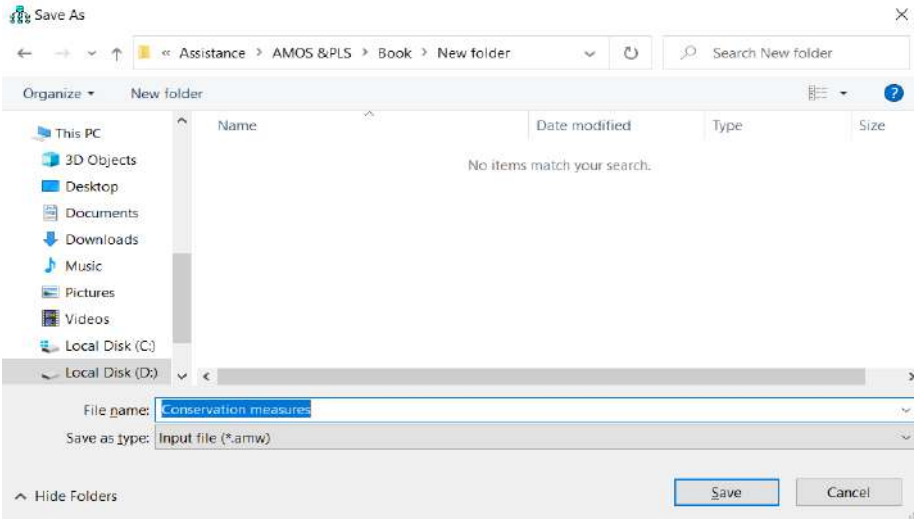
برآوردی از ماتریس کوواریانس پارامترهای برآورد شده و نیز بر آوردی از ماتریس همبستگی این پارامترها با استفاده از گزینه های Covariances of estimates و Correlations of estimates قابل حصول است.

یکی از گزینه‌های پر کاربرد دیگر گزینه Critical ratio for differences است که امکان بررسی معناداری پارامترهای برآورد شده در الگو را فراهم می‌آورد. فعال کردن این گزینه باعث می‌شود که نسبت‌های بحرانی برای کلیه روابط (دو به دو) بین سازه‌ها گزارش شود تا کاربر مشخص کند که رابطه بین کدام دو متغیر خاص معنادار می‌باشد. گزینه Test for normality

and outliers نیز گزینه‌ای است که به پژوهشگر امکان بررسی نرمال بودن تک متغیره و چند متغیره را برای متغیرهای مشاهده شده می‌دهد. همچنین این گزینه به شما این امکان را خواهد داد تا اصلی‌ترین داده‌های پرت را شناسایی و نسبت به حذف آن‌ها تصمیم‌گیری کنید.

گام نهم: ذخیره سازی الگوی تدوین شده

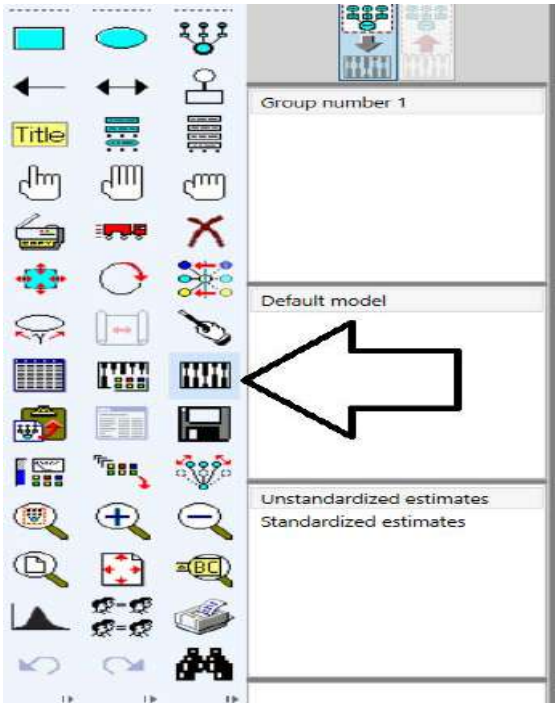
اکنون باید کار خود را ذخیره کنید تا قابلیت اجرا داشته باشد برای این منظور دکمه save را از نوار ابزار انتخاب کنید تا پنجره Save As گشوده شود. مسیر دلخواهتان را برای ذخیره‌سازی فایل مشخص نموده و در کادر File Name نام مدنظر (مثلاً: Conservation measures) برای فایل خود انتخاب کنید و در نهایت گزینه save را انتخاب کنید.



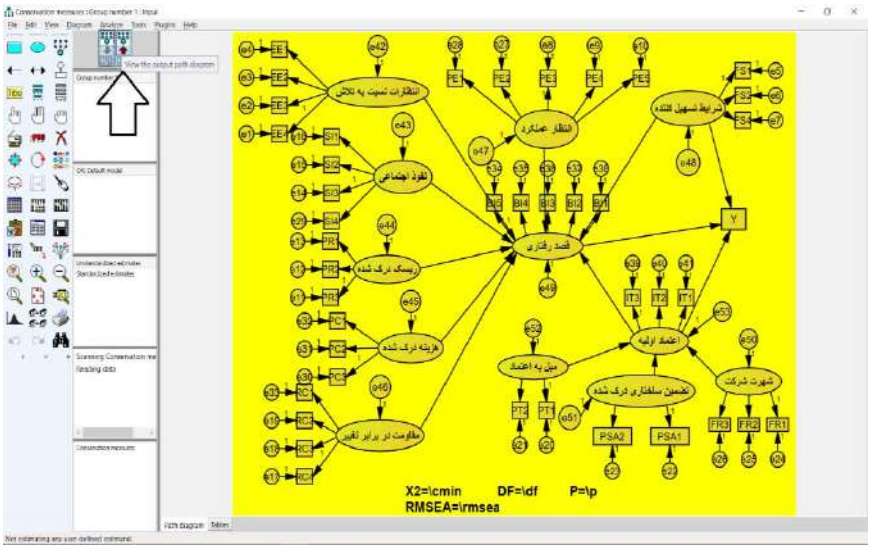
شکل۳-۳۰: ذخیره‌سازی الگوی ساختاری

گام دهم: اجرای برنامه

اکنون الگو کاملاً آماده برای اجراست. اگر اشکالی در کار نباشد الگو با کلیک بر روی دکمه Calculate estimates که بالای دکمه Save در نوار ابزار است به سادگی اجرا می‌شود که نشانه اجرای آن روشن شدن دکمه View the output path diagram واقع در کادر اول از کادرهای شش‌گانه است. اما اگر خطایی صورت گرفته باشد، برنامه پیغامی مبنی بر خطای صورت گرفته می‌دهد و تا زمان رفع خطا از اجرای الگو جلوگیری می‌کند.

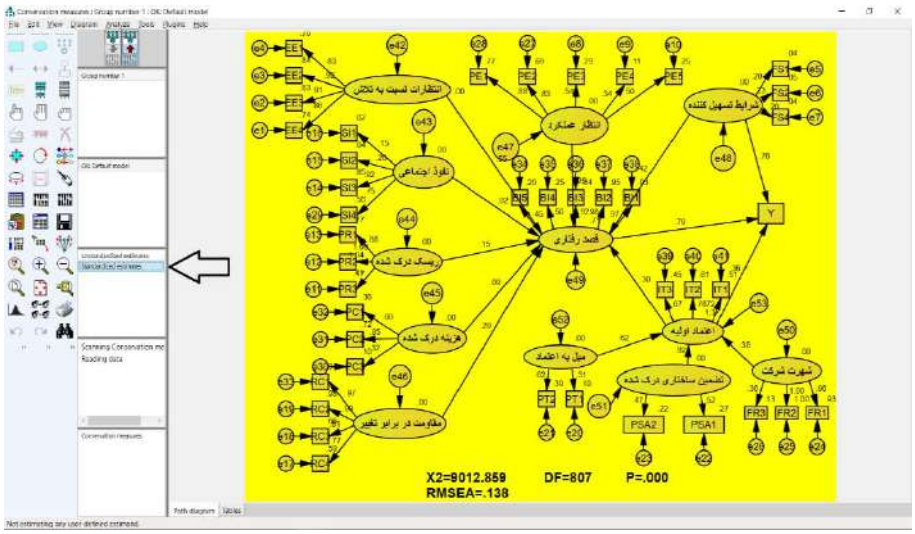


شکل۳-۳۱: نشان اجرای تجزیه و تحلیل الگوی ساختاری



شکل۳-۳۲: الگوی ساختاری غیراستاندارد

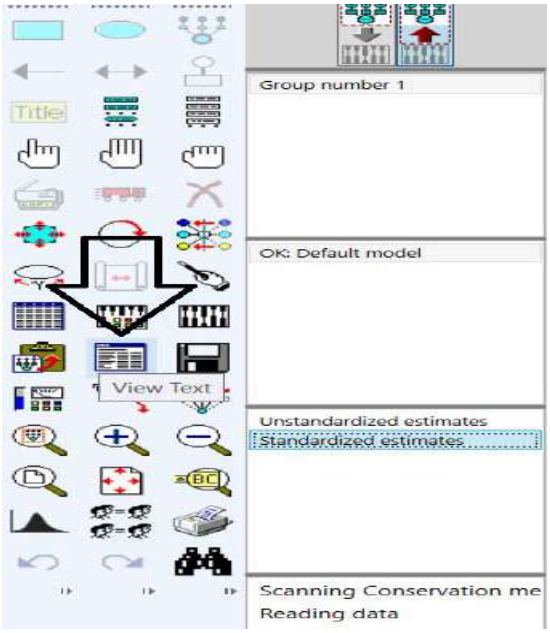
در این مرحله اگر بر روی دکمه View the output path diagram که به نشانه اجرای برنامه روشن شده کلیک کنید تمامی ضرایب و آماره‌ها نمایان می‌شوند. مشاهده می‌کنید که ضرایب غیر استاندارد هستند. با کلیک بر روی گزینه Standardized estimates واقع در کادر چهارم از کادرهای شش‌گانه تمامی ضرایب استاندارد می‌شوند. آماره RMSEA قابل قبول است زیرا رقم آن ۰/۱ می‌باشد. حال آن که ضریب P از آماره کای - اسکوئر مطلوب و قابل قبول نیست.



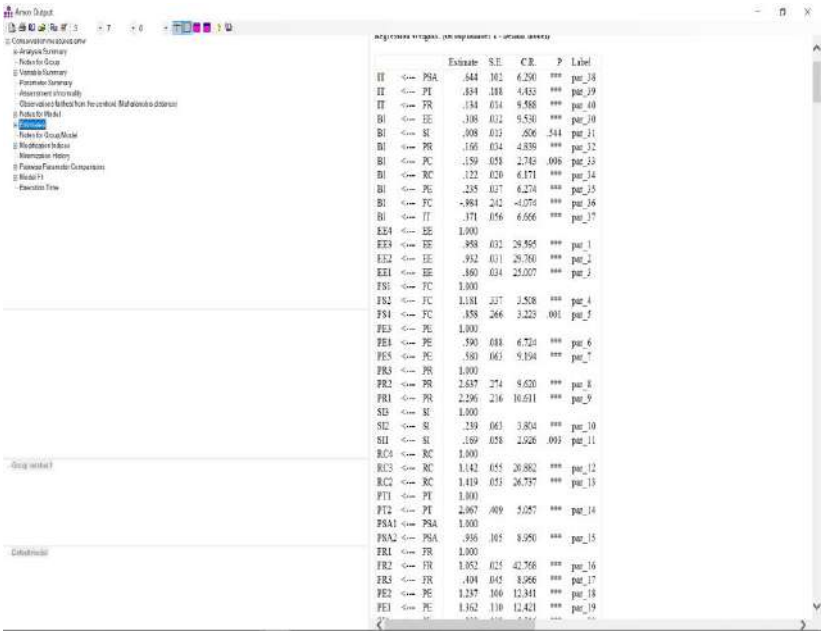
شکل۳-۳۳: الگوی ساختاری استاندارد به همراه ضرایب و آماره‌ها

گام یازدهم: پیرایش الگو

در این مرحله باید بررسی کرد که الگو به چه کارهای پیرایشی به منظور بهبود نیکویی برازش نیازمند است. از این رو، درون نوار ابزار بر روی دکمه View Text کلیک کنید تا پنجره AMOS output که اصطلاحاً آن را پشت صحنه می‌نامند، باز شود. در این بخش بر روی گزینه Estimates کلیک کنید تا نرم‌افزار پیشنهادهای خود را برای پیرایش یا حذف یکسری روابط ارائه دهد. معمولاً روابط با p (سطح احتمال) بالاتر از پنج درصد (فاقد معنی‌داری آماری در سطح پنج درصد) حذف می‌شوند (شکل۳-۳۴).



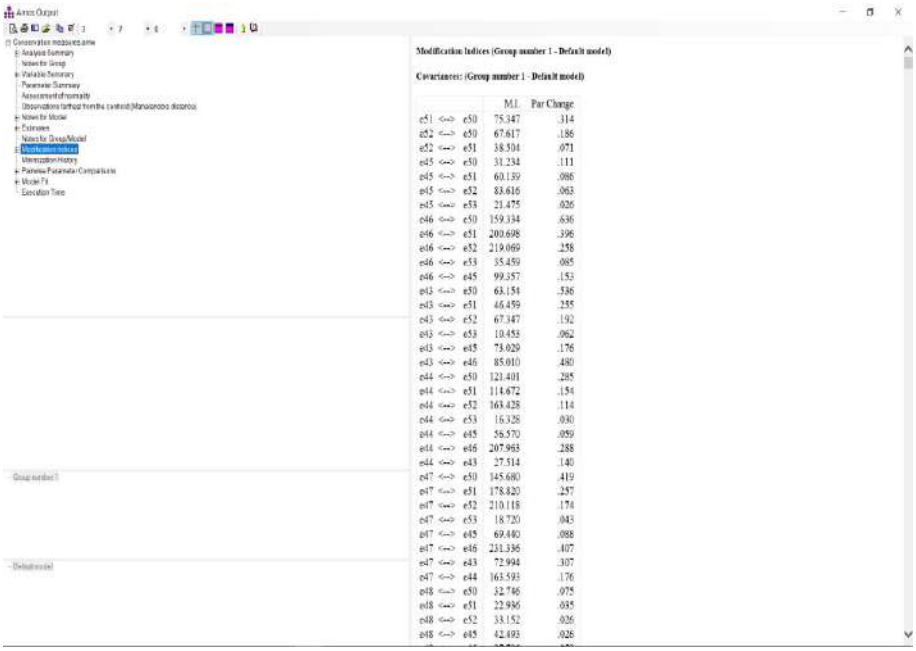
شکل۳-۳۴: نشان مشاهده خروجی‌های حاصل از الگوی ساختاری



شکل۳-۳۵: پنجره مربوط به تمامی خروجی‌های حاصل از الگوی ساختاری

گام دوازدهم: آرایش الگو

مرحله بعد، مرحله آرایشی یا افزایش الگو است. در این مرحله، بررسی می‌شود که برنامه چه روابطی را پیشنهاد می‌کند که با افزودن آن‌ها به الگو، بهبود برازش الگو رخ می‌دهد. از این رو، در پنجره AMOS output که همچنان باز است گزینه Modification indices را انتخاب کنید. روابط آرایشی پیشنهادی نمایان می‌شود. توجه کنید که برای اجرای این پیشنهادها در الگو باید همخوانی با مبنای نظری و الگوی تجربی مدنظر باشد.



شکل۳-۳۶: گزینه‌های مربوط به آرایش الگوی ساختاری

گام سیزدهم: تحلیل شاخص‌های نیکوئی برازش

جهت ارزیابی الگوی معادلات ساختاری، آزمون‌ها با شاخص‌های مختلفی وجود دارد که شاخص‌های برازندگی نامیده می‌شوند. از مهم‌ترین شاخص‌هایی که در AMOS مورد تحلیل قرار می‌گیرند، به موارد زیر اشاره می‌شوند:

جدول ۳-۱: شاخص‌های نیکویی برازش معادلات ساختاری

معادل فارسی	اختصار	معادل انگلیسی	دامنه قابل قبول
کای اسکوئر یا خی دو	χ^2	Chi-Square	مقادیر کوچک (مقدار صفر برازش کامل)
شاخص نیکویی برازش	GFI	Goodness of Fit Index	مقادیر بالاتر از ۰/۹
شاخص نیکویی برازش اصلاح شده	AGFI	Adjusted Goodness of Fit Index	مقادیر بالاتر از ۰/۹
شاخص برازش هنجار نشده یا شاخص برازش بنتلر- بونت	NFI	Normed Fit Index	مقادیر بالاتر از ۰/۹
شاخص برازش تطبیقی	CFI	Comparative Fit Index	مقادیر بالاتر از ۰/۹
شاخص برازش افزایشی	IFI	Incremental Fit Index	مقادیر بالاتر از ۰/۹
ریشه میانگین مربعات خطای برآورد	RMSEA	Root Mean Square Error of Approximation	کمتر از ۰/۰۵
کای اسکوئر هنجار شده به درجه آزادی	CMIN/DF	Normed Chi-Square	کمتر از ۰/۰۵
شاخص هلتر	Hoelter	Hoelter index	مقادیر بیشتر از ۲۰۰

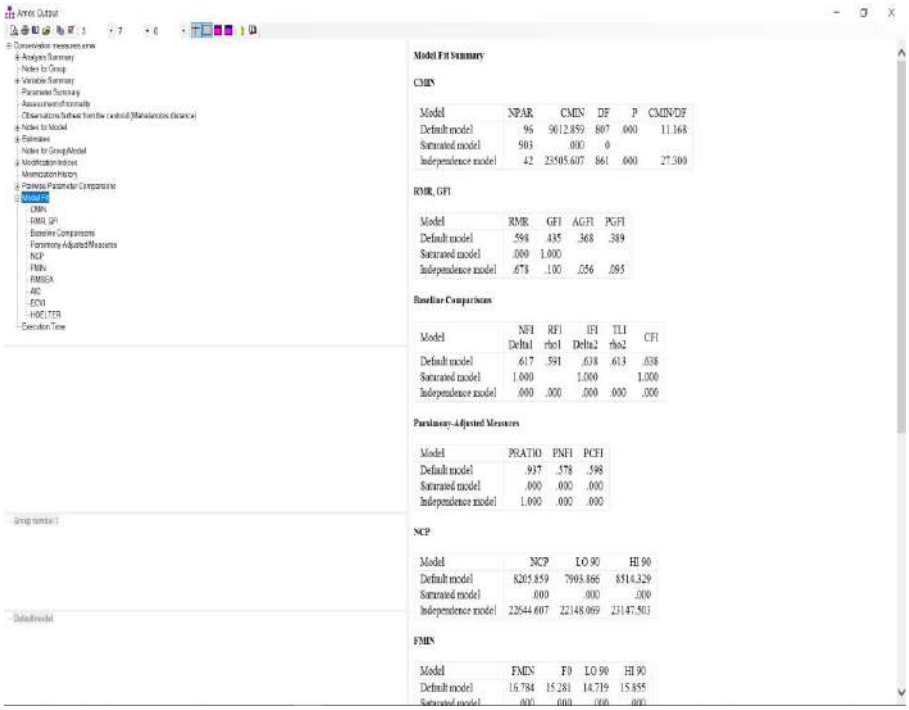
برای مشاهده شاخص‌های ذکر شده در نرم‌افزار، در پنجره AMOS output گزینه Model Fit را انتخاب کنید. بدین ترتیب تمام شاخص های مورد نظر به تفکیک برای شما نمایان می‌شوند.

*__نکته__: اگر به هر دلیلی شاخص‌های نامبرده در این بخش در بازه‌های مجاز قرار نگیرند، پژوهشگر ملزم به انجام اقداماتی جهت تعدیل الگو[1] می‌باشد. می‌توان در جایی که مناسب است برخی روابط ساختاری را حذف و مدل را ساده‌تر نمود و اگر باز هم برازش نیکو نبود، می‌توان به توسعه الگو (مبتنی بر مفروضه‌های نظری) تمرکز کرد. در صورت هرگونه توسعه یا ساده‌سازی الگوی پژوهش، پژوهشگر موظف به توضیح و تشریح استدلال‌های مبتنی بر نظریه برای خواننده می‌باشد (Guo et al., 2009; Hooper et al., 2008). همچنین، می‌توان از آزمون‌های تعدیل

[1] - Model modifications

نظیر Lagrange، Chi-square یا Wald استفاده کرد که ذکر نام آزمون برای خواننده در متن پژوهش الزامی است (Schreibere et al., 2006).

مضاف بر این، پژوهشگران می‌توانند با استفاده از الگوهای مفهومی مختلف مانند تئوری رفتاری برنامه‌ریزی شده[1] و سایر الگوهای شناخته شده، که توانایی بالایی در توصیف و تشریح متغیرها دارند، نیکویی برازش بالایی را برای الگوی خود تضمین کنند. دقت بالا در جمع‌آوری داده‌های پژوهش و در هنگام انتقال داده‌ها به نرم‌افزار نیز می‌تواند تأثیر بسزایی در نیکویی برازش الگو داشته باشد (Boomsma, 2000).



شکل۳-۳۷: شاخص‌های نیکویی برازش الگو ساختاری

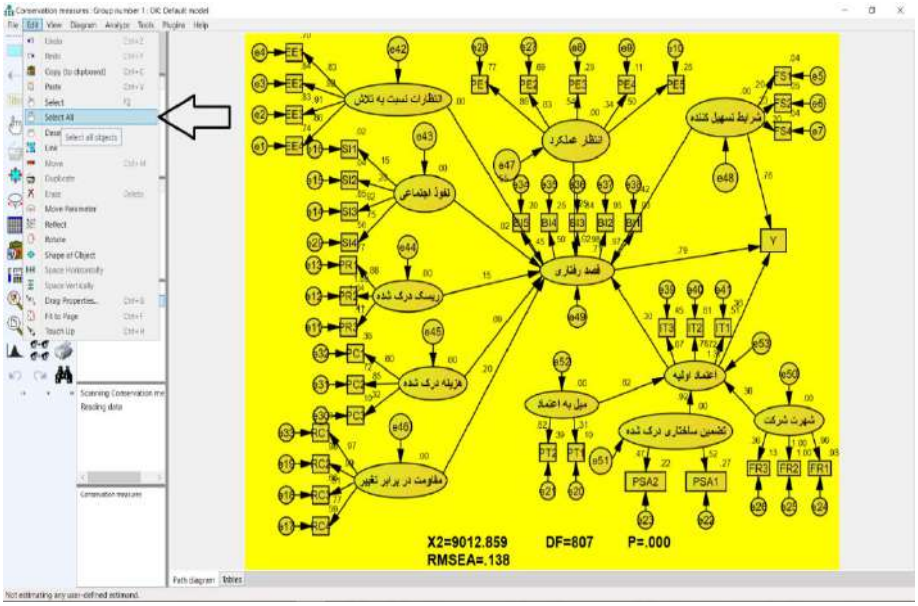
***نکته۱:** برای تفسیر شاخص CMIN، باید به مقدار P (سطح احتمال) توجه شود. اگر این مقدار زیر ۰/۰۵ بود، به لحاظ آماری معنی‌دار است.

[1] - Theory of Planned Behavior

*__نکته۲:__ شاخص هولتر نشان می‌دهد که در سطح اطمینان ۹۵ درصد یا ۹۹ درصد، حداقل تعداد نمونه مورد نیاز چقدر است. برای مثال، در مورد اقدامات حفاظتی آب و خاک، در سطح ۹۵ درصد ۵۳ مورد و در سطح ۹۹ درصد ۵۴ حداقل حجم نمونه مورد نیاز است. اما کاربرد فراوانی ندارد. زیرا این پیشنهاد پس از اتمام جمع‌آوری پرسشنامه توسط پژوهشگر به وی داده می‌شود.

گام چهاردهم: روش انتقال یک معادله ساختاری از AMOS به Word

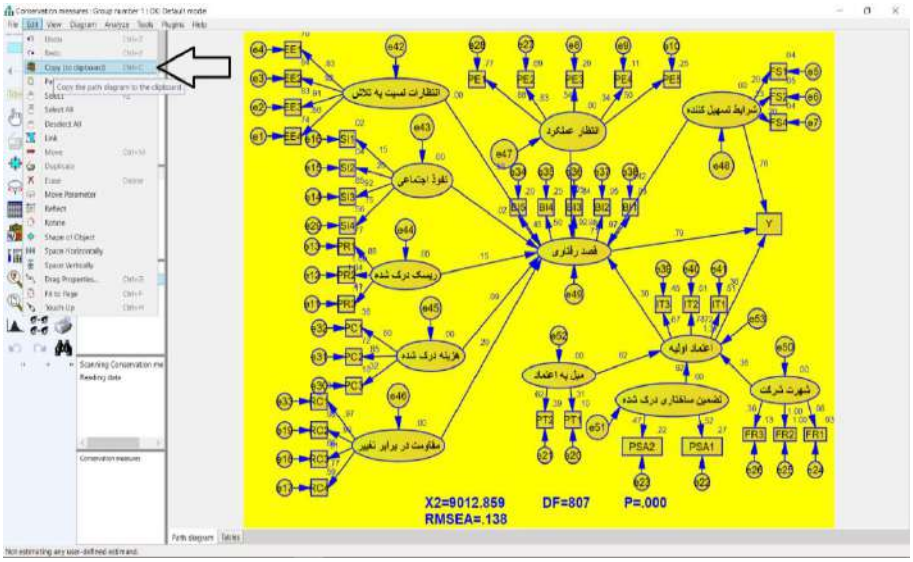
به‌منظور تحلیل الگو معادلات ساختاری و ارائه گزارش، باید الگو رااز محیط AMOS به محیط Word ، انتقال داد. برای این منظور، پس از پایان کار الگوسازی، از منوی Edit گزینه Select All را انتخاب کنید.



شکل۳-۳۸: انتخاب الگوی نهایی جهت انتقال به نرم‌افزار Word

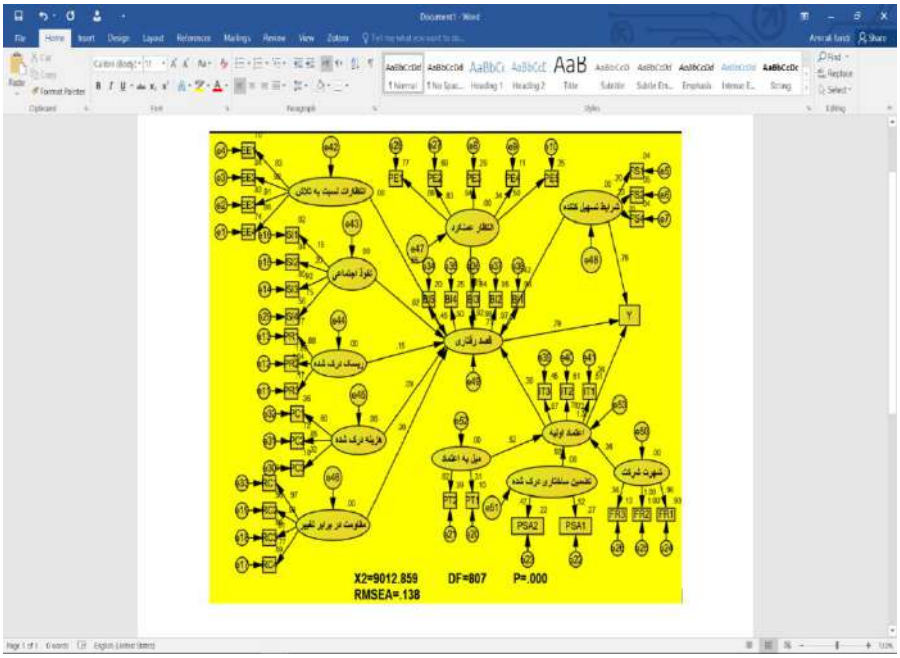
بدین ترتیب، کل الگو رنگی و انتخاب می‌شود تا از روی آن Copy بردارید.

دوباره وارد منوی Edit شده، این بار زیر منوی copy (to clipboard) را کلیک کنید. با این کار از روی تمام قسمت‌های الگوی خود، کپی تهیه کرده‌اید.



شکل۳-۳۹: الگوی انتخاب شده و آماده انتقال

اکنون از قسمت Start رایانه خود، برنامه Word را از لیست برنامه‌ها پیدا کرده و باز کنید. با زدن دکمه Paste، فایل مورد نظرتان در محیط Word، کپی می‌شود.



شکل۳-۴۰: الگوی منقل شده به نرم‌افزار Word

محیط Word به شما این امکان را می‌دهد تا هر میزان گزارشی که لازم می‌دانید زیر الگوی کپی شده بنویسید.

نحوهٔ گزارش شاخص‌های برازش مستخرج از نرم‌افزار AMOS در پژوهش‌های علمی

پس از برآورد الگوی ساختاری و حصول ضرایب و معیارهای مختلف در نرم‌افزار AMOS، باید نتایج حاصل را در مقاله خود گزارش کنید. با این کار به خواننده این اطمینان را می‌دهید که با توجه به معیارهای به‌دست آمده از نرم‌افزار AMOS، الگوی شما از تناسب یا نیکویی قابل قبولی برخوردار است.

در شکل زیر نمونه‌ای از گزارش شاخص‌های به‌دست آمده توسط نرم‌افزار AMOS که در یکی از مقالات معتبر مورد استناد بوده، نمایش داده شده است:

جدول ۳-۲: جدول گزارش شاخص‌های AMOS در یک مقاله علمی

نام شاخص	مقدار عددی شاخص	مقدار پیشنهادی	رد یا قبول شاخص
$\chi 2$	۳/۷۵	۳> برازش خوب ۵ > برازش منطقی	قبول
RMSEA	۰/۰۴	۰/۰۵> برازش خوب ۰/۱ > برازش منطقی	رد

همانطور که در جدول ۳-۲ مشاهده می‌شود، مقدار شاخص‌های الگو و بازه‌ای که باید شاخص در آن قرار بگیرد توسط نرم‌افزار گزارش شده است. شاخص کای اسکویر یا $\chi 2$ در بازهٔ قابل قبول قرار گرفته است اما مقدار گزارش شده برای شاخص RMSEA در بازهٔ قابل قبول واقع نشده و بدین ترتیب رد می‌شود.

***نکته**: پژوهشگران می‌تواند بر حسب سلیقه، هر تعداد از شاخص‌های ارائه شده توسط AMOS را به منظور اثبات نیکویی برازش الگوی ساختاری خود ارائه دهند.

با توجه به اعدادی که در قالب جدول فوق در خصوص شاخص‌های نرم‌افزار AMOS ارائه می‌شوند، می‌توانند نسبت به برازش الگوی ساختاری خود در مقاله‌های علمی اظهار نظر کنید.

در بخش بعدی، به ارائه مثال کاربردی (پذیرش اقدام‌های حفاظتی آب و خاک) با نرم‌افزار Smart-PLS3 پرداخته و چگونگی گرفتن خروجی و سایر مراحل اجرای الگوی معادلات ساختاری ارائه می‌شود.

نرم افزار Smart-PLS3

در نظر بسیاری از پژوهشگران استفاده از SEM (الگوسازی معادلات ساختاری) معادل استفاده از تحلیل مبتنی بر کوواریانس و روش درستنمایی است اما صورت دیگری از SEM مبتنی بر واریانس نیز وجود دارد که به پیش‌فرض‌هایی همچون توزیع نرمال معرف‌های مشاهده شده و حجم بالای نمونه‌ها متکی نیست. هنگام برآورد یک الگو شیوه‌های متفاوتی برای تخمین پارامترها وجود دارد. این برآورد باید نزدیک‌ترین ماتریس را به ماتریس نمونه‌ای باز تولید نماید تا بدین وسیله آماره کای اسکوئر تا آنجا که امکان دارد به صفر نزدیک شده و برازش الگو با داده‌های پژوهش به اثبات برسد. برای این‌که اختلاف این دو ماتریس به حداقل برسد توابع مختلفی وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها روش حداکثر درستنمایی (ML) و کمترین مربعات جزئی (PLS) است. روشSEM-ML به‌عنوان یک روش مبتنی بر کوواریانس بخش غالب روش‌های تحلیل معادلات ساختاری را در علوم انسانی تشکیل می‌دهد اما نیاز پژوهشگران به وجود تکنیک‌های بهتر باعث شده تا در سال ۱۹۷۹ میلادی اولین کتاب در ارتباط با به کارگیری کمترین مربعات جزئی[1] (PLS) مبتنی بر واریانس در الگوهای مسیری با سازههای پنهان توسط ولد[2] (۱۹۸۵) منتشر شود. وی رویکرد الگوسازی آسان (PLS) با پیش فرض‌های توزیعی و حجم نمونه کم را در مقابل تکنیک الگوسازی دشوار [3](ML ت SEM) با پیش‌فرض‌های توزیعی فراوان و نیاز به تعداد نمونه‌های زیاد ارائه شده توسط جورسکاگ و سوربوم[4] (۱۹۹۳) مطرح ساخت.

به منظور استفاده از نرم‌افزار Smart-PLS3 می‌توانید به وب سایت www.kelida.ir مراجعه و پس از پرداخت هزینه، نرم‌افزار و نحوه نصب و فعال‌سازی آن را دریافت کنید. لازم به ذکر است که نرم‌افزار از سایر سایت‌های مشابه نیز قابل خریداری است.

چند نکته مهم را همواره به یاد داشته باشید:

۱- نرم افزار Smart-PLS هم مانند سایر نرم‌فزارهای الگوسازی معادلات ساختاری نظیر Lisrel و AMOS از داده‌های خام (داده هایی که توسط SPSS و Excel ایجاد می شوند) استفاده می‌کند.
۲- این نرم افزار داده‌های با فرمت CSV را می‌پذیرد.
۳- این نوع فایل توسط SPSS و Excel ایجاد می‌شود.

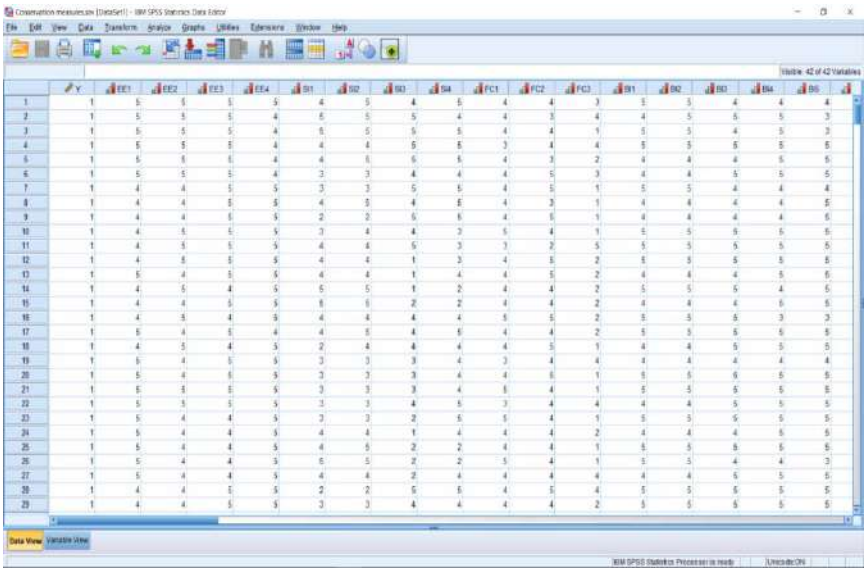
---

[1] - Partial Least Squares
[2] - Wold
[3] -Structural Equation Modeling- Maximum Likelihood
[4] - Jorskog and Sorbom

۴- CSV نوعی فرمت متنی است که اعداد و عبارات درون فایل را توسط کاما از هم مجزا می‌سازد.
۵- برای استفاده از این نرم افزار لازم است حتما نرم افزار SPSS روی رایانه نصب شده باشد.
۶- جهت استفاده از این نرم‌افزار باید تسلط نسبی بر نحوه ورود داده‌ها و کار با SPSS داشته باشید.
۷- پروژه‌های Smart-PLS با پسوند splsm. ذخیره می‌شوند.

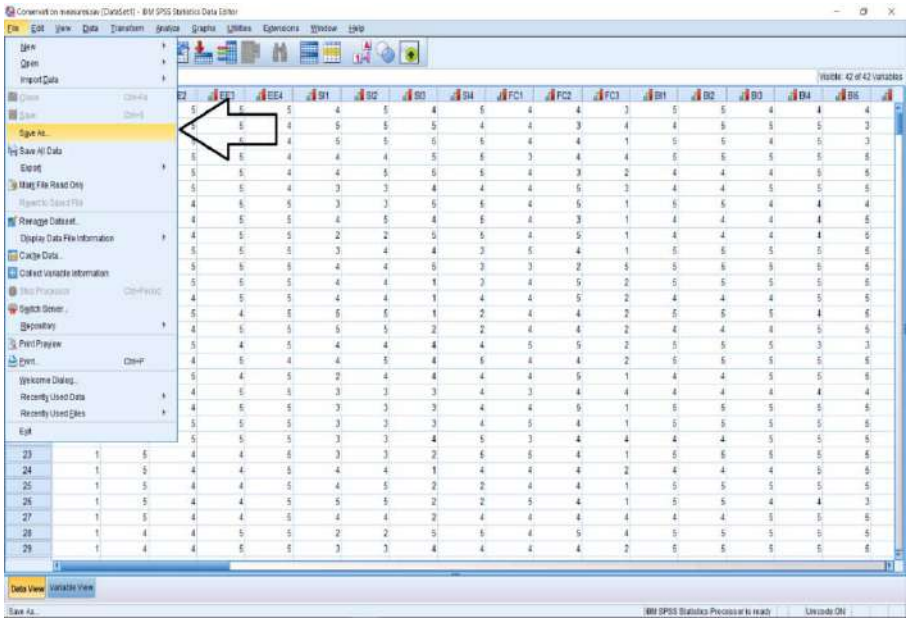
نحوهٔ آماده‌سازی و ورود داده‌ها به نرم‌افزار

ابتدا فایل داده که در SPSS ایجاد کرده‌اید را باز کنید. فایل داده‌های مربوط به مثال کاربردی با عنوان «عوامل نگرشی مؤثر بر پذیرش اقدام‌های حفاظتی آب و خاک توسط شالیکاران» که با نام Conservatio measures. Sav در SPSS ذخیره شده است، باز می‌شود (شکل۳-۴۱):



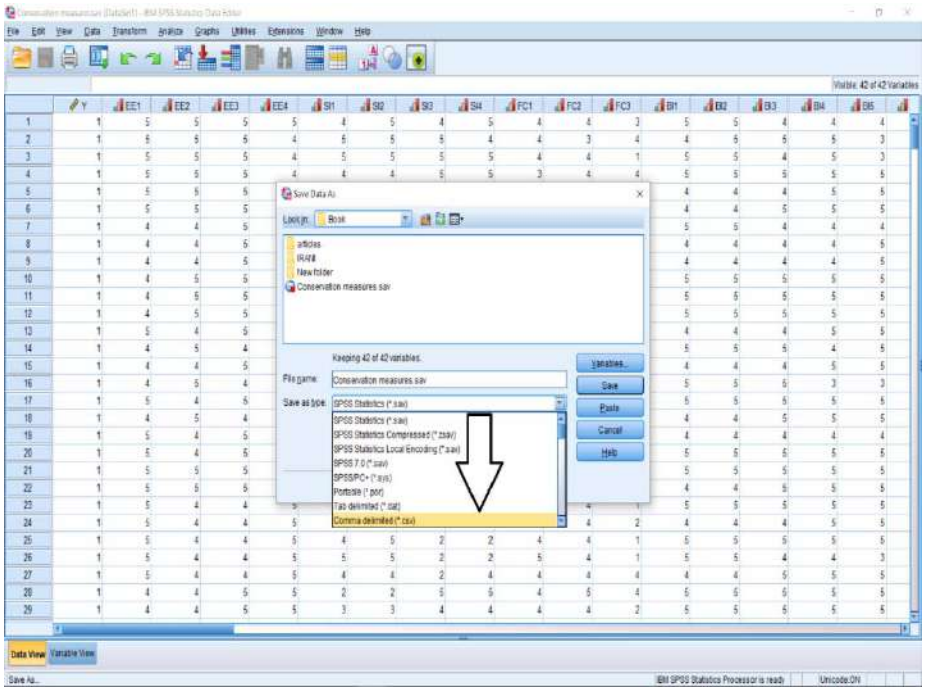
شکل۳-۴۱: نمای داده‌ها در نرم‌افزار SPSS

برای تبدیل داده‌های خام SPSS به فرمت CSV ابتدا برروی File کلیک کرده و از بین گزینه‌های آن Save As را انتخاب کنید (شکل ۳-۴۲).



شکل ۳-۴۲: نحوه اجرای ذخیره مجدد و تغییر فرمت فایل داده

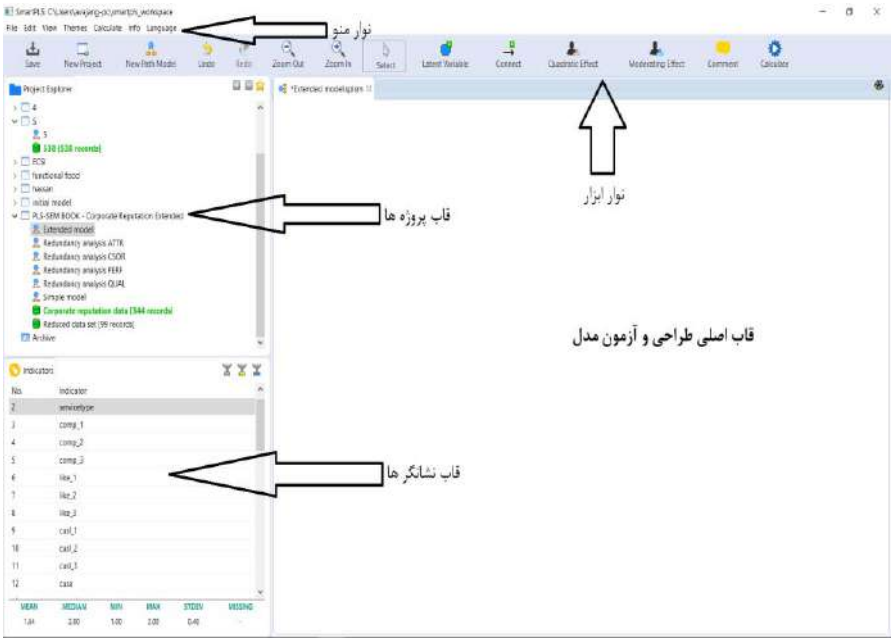
پنجره Save Data As باز می‌شود، در قسمت Look in محل ذخیرهٔ فایل خود را مشخص کنید، در قسمت File name نیز برای فایل خود یک نام انتخاب کنید (نام Conservation measures انتخاب شد). سپس از لیست پایین افتادنی Save as type گزینه Comma delimited (*csv) را انتخاب نموده و بر روی گزینه Save کلیک کنید، اکنون فایل با فرمت CSV در محل مورد نظر ذخیره شده است (شکل۳-۴۳).



شکل۳-۴۳: تغییر فرمت فایل داده‌ها

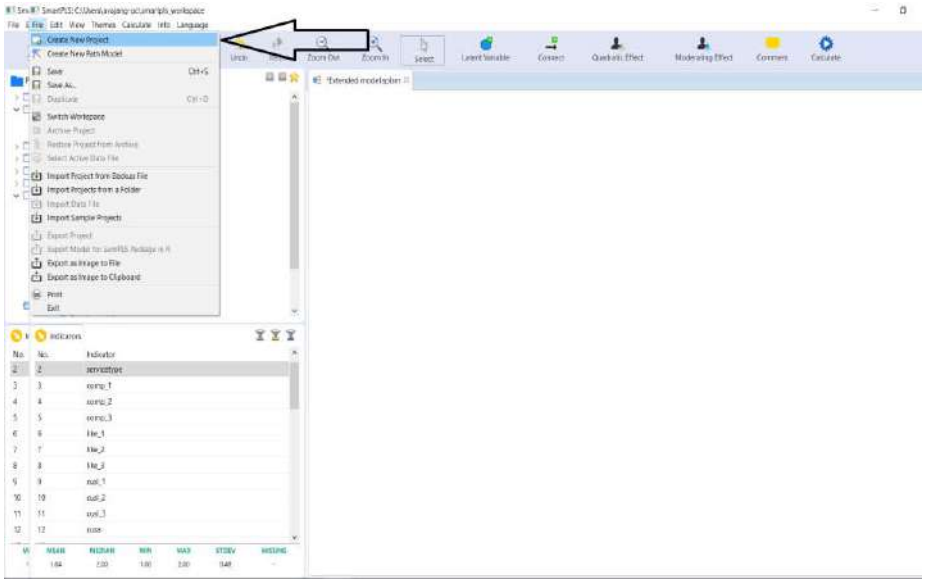
ورود داده‌ها جهت تحلیل

برای ورود داده‌ها به نرم‌افزار ابتدا برنامه را اجرا کنید. محیط نرم‌افزار دارای امکانات زیر است (شکل۳-۴۴):



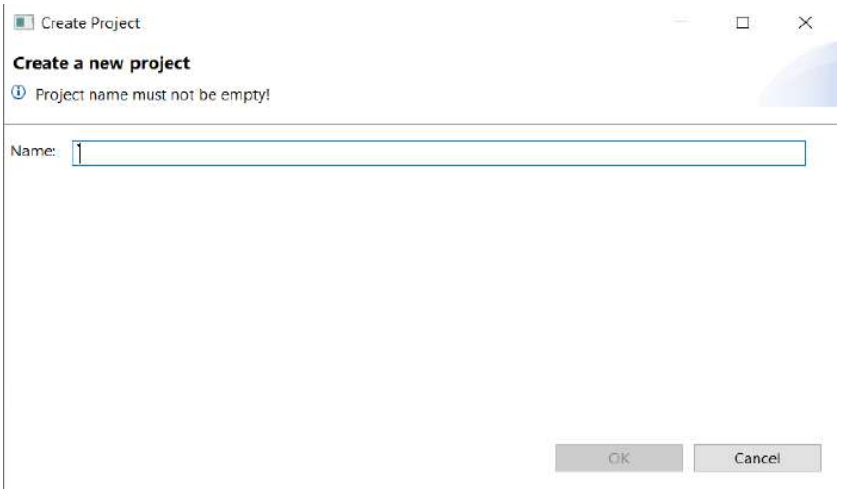
شکل۳-۴۴: نمای کلی نرم‌افزار Smart-PLS

برای ورود داده‌ها و تعریف پروژه جدید، بر منوی File کلیک کرده و در بخش New گزینه Create New Project را انتخاب کنید (شکل۴۵-۳).



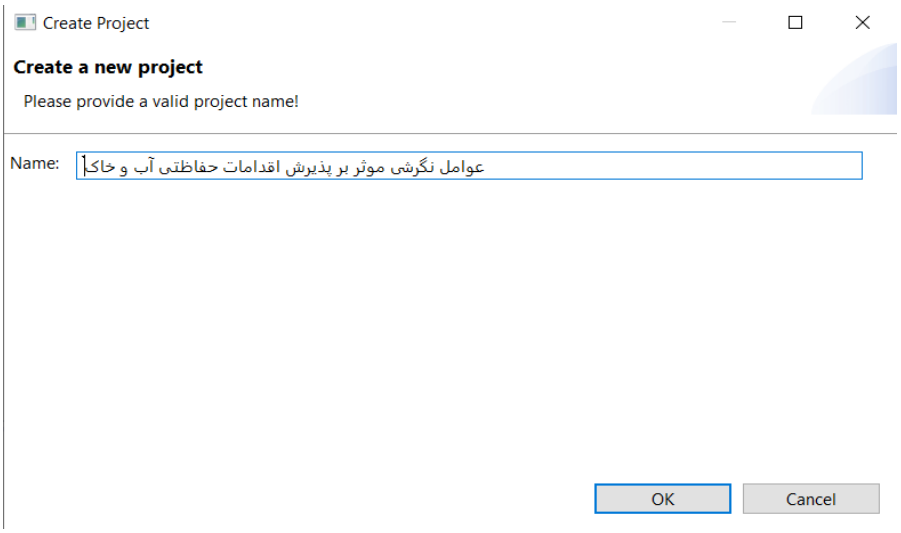
شکل۳-۴۵: نحوه انتخاب گزینه ایجاد پروژه جدید

در کادری که باز می‌شود در جعبه Name نام پروژه را بنویسید (شکل ۳-۴۶).



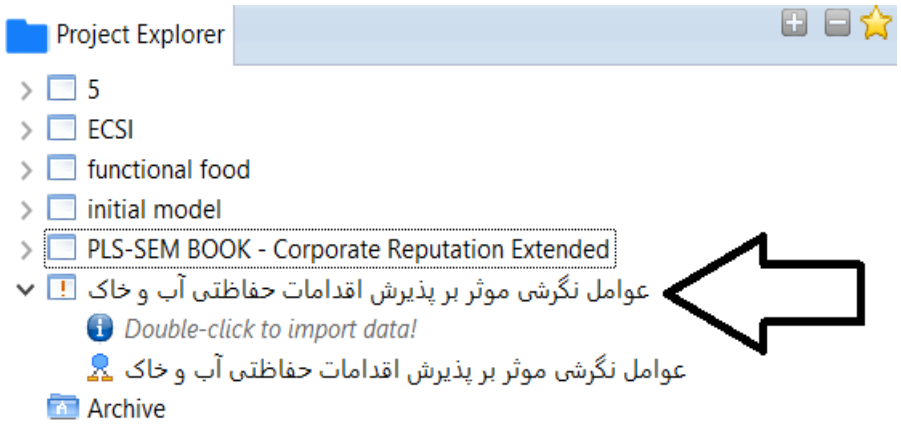
شکل ۳-۴۶: انتخاب نام برای پروژه

در کادر زیر در جعبه مربوطه نام پروژه «عوامل نگرشی موثر بر پذیرش اقدامات حفـاظتی آب و خاک» درج شد. پس از انتخاب نام پروژه بر روی گزینه OK کلیک کنید (شکل ۳-۴۷).



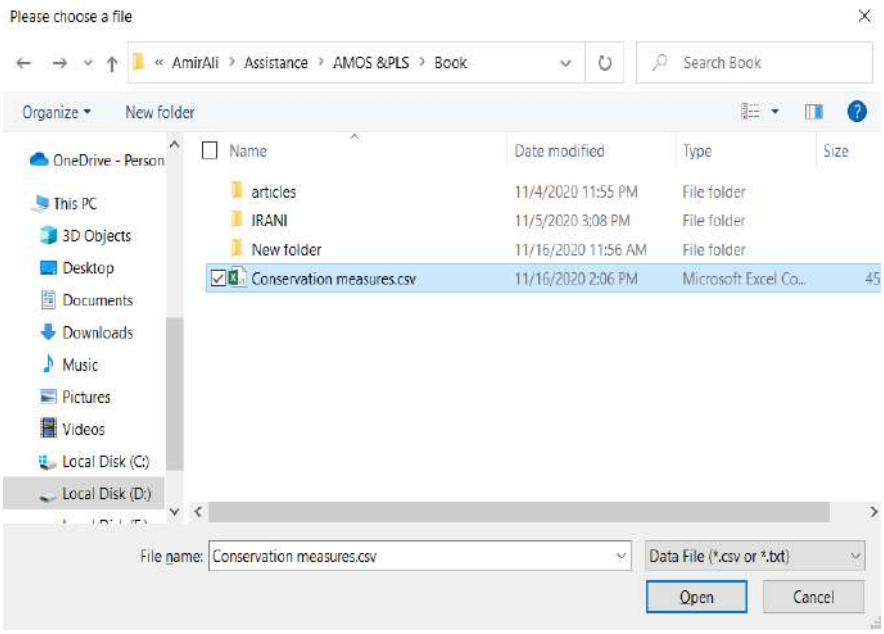
شکل ۳-۴۷: نام انتخاب شده برای پروژه اقدامات حفاظتی آب و خاک

پس از فشردن گزینه OK در قسمت قبلی، اسم پروژه در قاب پروژه‌ها نمایان می‌شود و در کنار سایر پروژه‌هایی که تاکنون به نرم‌افزار معرفی شده‌اند، قرار می‌گیرد.



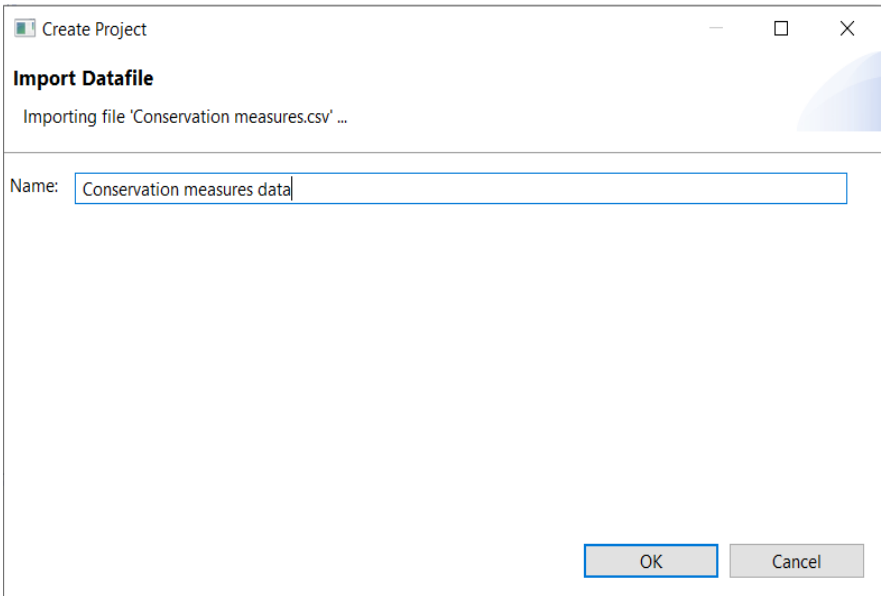
شکل ۳-۴۸: اضافه شدن پروژه جدید در قاب پروژه‌ها

اکنون باید داده‌ها را که در قسمت اول به فرمت CSV ذخیره کرده‌اید، به نرم‌افزار معرفی کنید. بدین منظور گزینه Double-click to import data که در ذیل نام پروژه در قاب پروژه‌ها قرار دارد (شکل۳-۴۸) را انتخاب کنید. در پنجره‌ای که نمایش داده می‌شود، به محلی که فایل داده‌ها را در آن ذخیره کرده‌اید، رفته و بعد از انتخاب فایل، Open را بزنید. اگر داده‌ها نمایش داده نشد از لیست پایین افتادنی Data file گزینه CSV Files (*.csv) را انتخاب نمایید.



شکل ۳-۴۹: معرفی داده‌ها به نرم‌افزار

در پنجرهٔ بعدی که گشوده می‌شود، نرم‌افزار از شما می‌خواهد تا نامی را برای فایل داده‌ها در نظر بگیرید. بدین منظور در جعبه Name، نام Conservation measures data برای داده‌ها انتخاب شد. در نهایت، گزینه OK را انتخاب کنید.



شکل ۳-۵۰: انتخاب نام برای فایل داده معرفی شده به نرم‌افزار

اکنون اگر به قاب پروژه‌ها نگاه کنید، در ذیل نام پروژه، نام فایل داده و تعداد مشاهدات آن با رنگ سبز مشخص شده است. هیچ داده مفقود شده‌ای وجود ندارد و داده‌ها کامل می‌باشند. اگر غیر از این بود، داده‌های خود را دوباره بررسی کنید.

شکل ۳-۵۱: فایل داده مربوط به پروژه اقدامات حفاظتی آب و خاک

اکنون پروژه آماده اجراء است.لازم است، به چند نکته توجه داشته باشید:

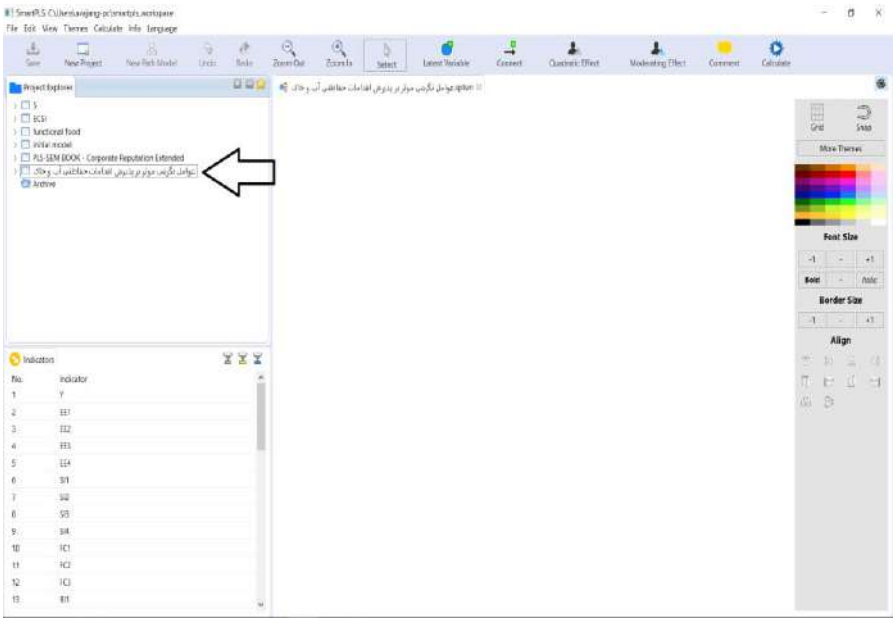
الف) هر سازه پنهان با یک یا چند سؤال پرسشنامه که گویه‌های آن سازه پنهان‌اند، اندازه‌گیری می‌شود.

ب) در الگوسازی معادلات ساختاری گویه‌ها به عنوان متغیرهای مشاهده شده تلقی می‌شوند.

طراحی الگوی نظری

برای طراحی الگوی نظری پروژه مراحل زیر را طی کنید:

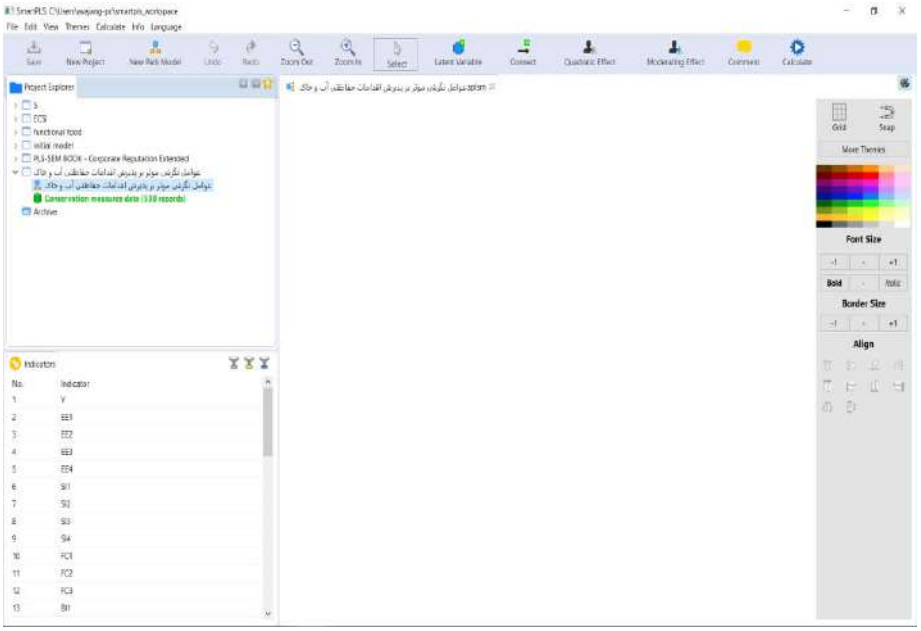
در قاب Project explore روی علامت < کنار نام پروژه که در این مثال: (عوامل نگرشی مؤثر بر پذیرش اقدامات حفاظتی آب و خاک) می‌باشد، کلیک کنید تا باز شود (شکل ۳-۵۲):



شکل ۳-۵۲: نمایش اطلاعات مربوط به پروژه

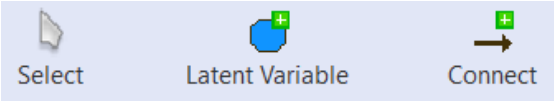
بعد از نمایان شدن اطلاعات پروژه و همچنین، داده‌ها روی فایل پروژه که در کنار آن علامت قرار دارد (در اینجا عوامل نگرشی مؤثر بر پذیرش اقدام‌های حفاظتی آب و خاک) دوبار کلیک کنید.

در قاب اصلی طراحی و آزمون الگو (سمت راست صفحه) فایل پروژه (در اینجا: عوامل نگرشی مؤثر بر پذیرش اقدام‌های حفاظتی آب و خاک) باز می‌شود. در قسمت Indicators (سمت چپ پایین) متغیرهای مشاهده شده موجود در فایل داده‌ها نمایان می‌شوند (شکل۳-۵۳).



شکل۳-۵۳: انتخاب پروژه و شروع عملیات رسم الگو

طراحی الگوی نظری با استفاده از سه ابزار یا حالت زیر انجام می‌گیرد. این سه ابزار هم در منوی ابزار در دسترس هستند. همچنین، می‌توان از طریق منوی Edit به آن‌ها دسترسی پیدا کرد.



شکل۳-۵۴: ابزار پیوند/ ابزار رسم سازه پنهان/ ابزار انتخاب

الف) ابزار رسم سازه پنهان: با استفاده از این ابزار، سازه‌های پنهان الگو، طراحی و در قاب اصلی طراحی الگو درج می‌شوند.

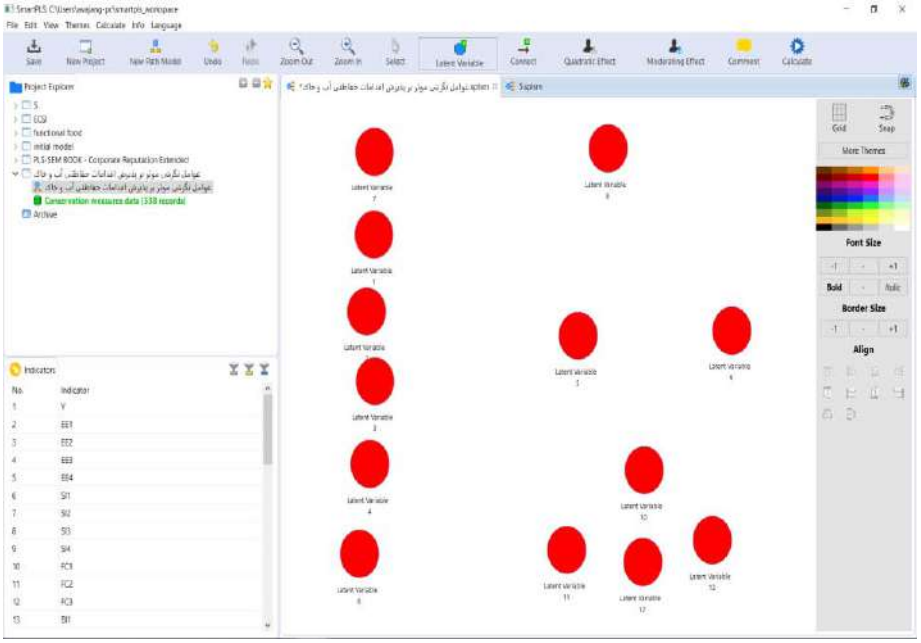
ب) ابزار انتخاب: با استفاده از این ابزار، سازه‌های پنهان، متغیرهای مشاهده شده و مسیرهای بین متغیرها را می‌توان جابه‌جا یا اصلاح کرد و نیز اندازه آن‌ها را تغییر داد.

ج) ابزار پیوند دادن: با استفاده از این ابزار، رابطه یا مسیرهای علّی بین سازه‌های پنهان طراحی می‌شود.

شیوهٔ طراحی الگوی نظری

برای طراحی الگوی نظری خود با کلیک کردن بر روی

در قسمت نوار ابزار یا از منوی Edit آن را انتخاب نموده و در قاب اصلی طراحی الگو به تعداد سازه‌های پنهانی که دارید به دلخواه، در هر مکانی از قاب کلیک کرده و سازه‌های پنهان را (نظیر تصویر زیر) ترسیم نمایید. هر سازه تحت عنوان Latent Variable همراه با یک شماره ایجاد می‌شود (شکل شماره ۵۵-۳). با توجه به وجود ۱۳ سازه پنهان در الگوی مثال کاربردی ۱۳ بار در فضای مشخص شده کلیک شد.

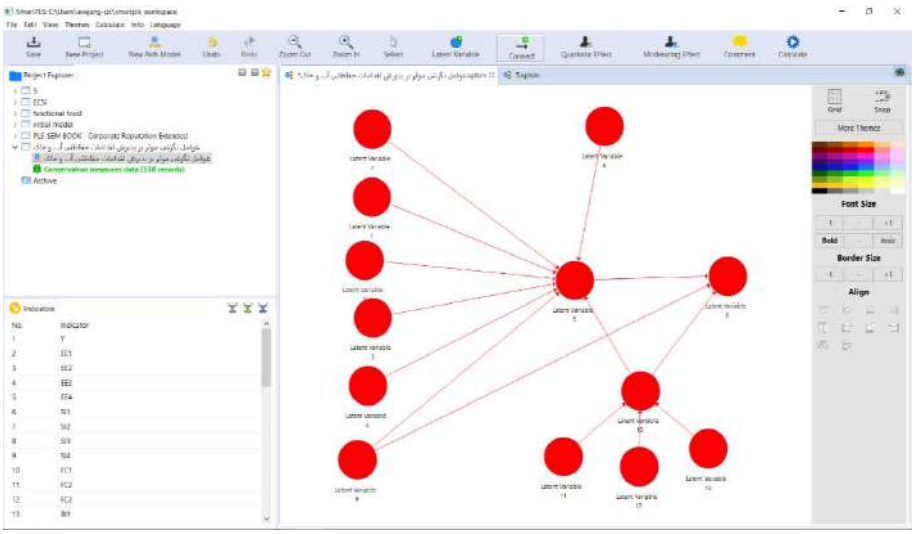


شکل ۳-۵۵: رسم سازه‌های پنهان الگو به صورت اولیه

توجه داشته باشید پس از ترسیم و اضافه نمودن همه سازه‌های پنهان، بایستی با کلیک بر روی یکی از دو ابزار انتخاب یا پیوند در منوی ابزار، از حالت درج و طراحی خارج شوید تا به اشتباه سازه‌های دیگری را به الگو اضافه نکنید.

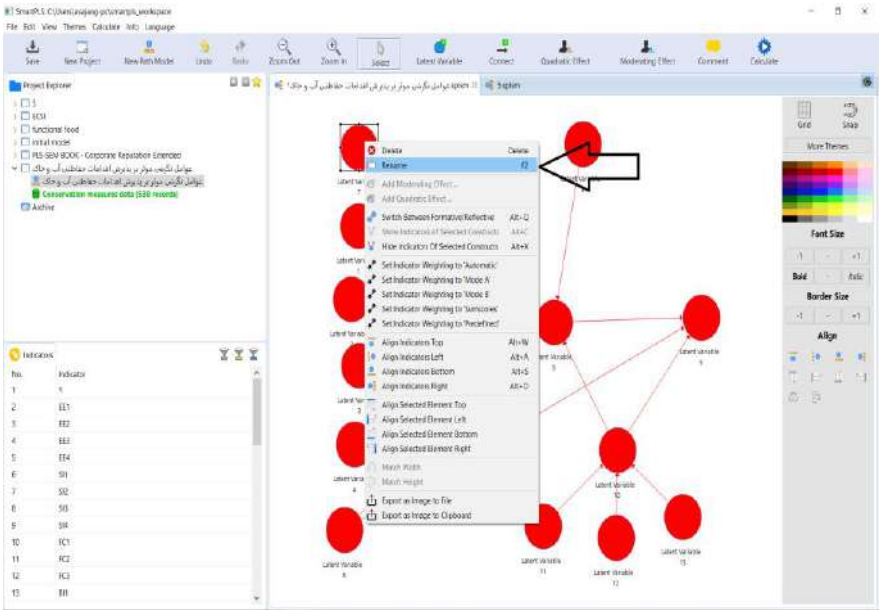
سپس با کلیک کردن بر

مسیر علّی بین سازه‌های پنهان را ترسیم کنید. بدین منظور پس از کلیک کردن بر گزینه مزبور، بر روی سازه‌ای که می‌خواهید جهت تأثیر آن را مشخص کنید، کلیک کرده و اشاره‌گر موشواره را نگه داشته و آن را به سمت سازه‌ای که قصد دارید تأثیر سازه مبدأ را بر آن نشان دهید، بکشید تا خط فلش دار آن دو را به هم وصل کند. برای سایر سازه‌ها نیز همین کار را تکرار کنید (شکل۳-۵۶).



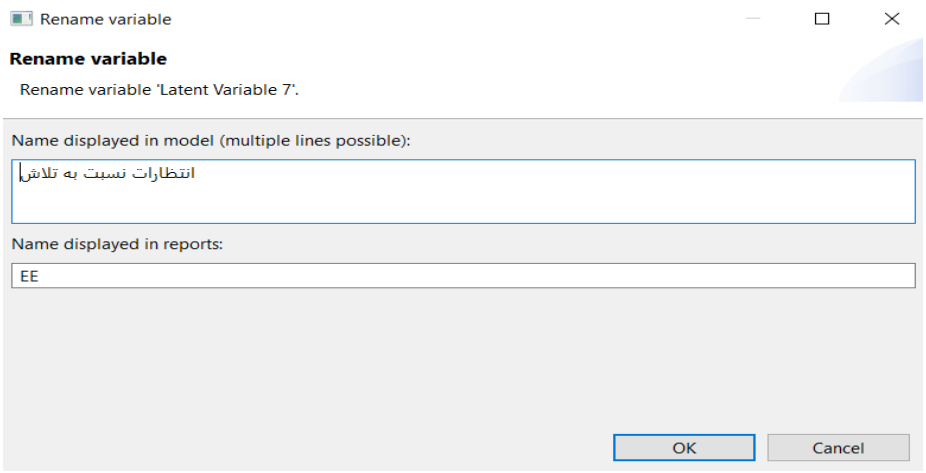
شکل۳-۵۶: رسم مسیرهای الگوی ساختاری

پس از اتمام این مرحله، نوبت به نام‌گذاری سازه‌ها می‌رسد، برای این کار لازم است بر روی سازه‌ایی که قصد نام‌گذاری آن را دارید، راست کلیک کرده و در منویی که ظاهر می‌شود، گزینه Rename را انتخاب کنید یا پس از انتخاب سازه، دکمه F2 بر روی صفحه کلید خود را انتخاب کنید (شکل۳-۵۷).



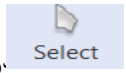
شکل ۳-۵۷: نحوه انتخاب نام برای سازه پنهان

با انتخاب این منو، کادری با عنوان Rename Vaviable باز می‌شود که در داخل آن یک نام به‌صورت پیش‌فرض وجود دارد که به جای آن بایستی نام مدنظر برای سازه پنهان را بنویسید. در این پنجره نرم‌افزار این امکان را می‌دهد که دو نام برای سازه خود انتخاب کنید. در کادری که عنوان آن Name displayed in model می‌باشد، می‌تواند نام کامل سازه را خواه فارسی یا انگلیسی، برای نرم‌افزار تعریف کنید که این نام در الگو اصلی شما نمایش داده می‌شود. در کادر با عنوان Name displayed in reports، نامی که در خروجی‌های نرم‌افزار نمایش داده خواهد شد را به نرم‌افزار معرفی می‌کنید که ترجیحاً برای راحتی کار از حروف اختصاری انگلیسی استفاده کنید. این کار را برای تمامی سازه‌های پنهان خود انجام دهید.

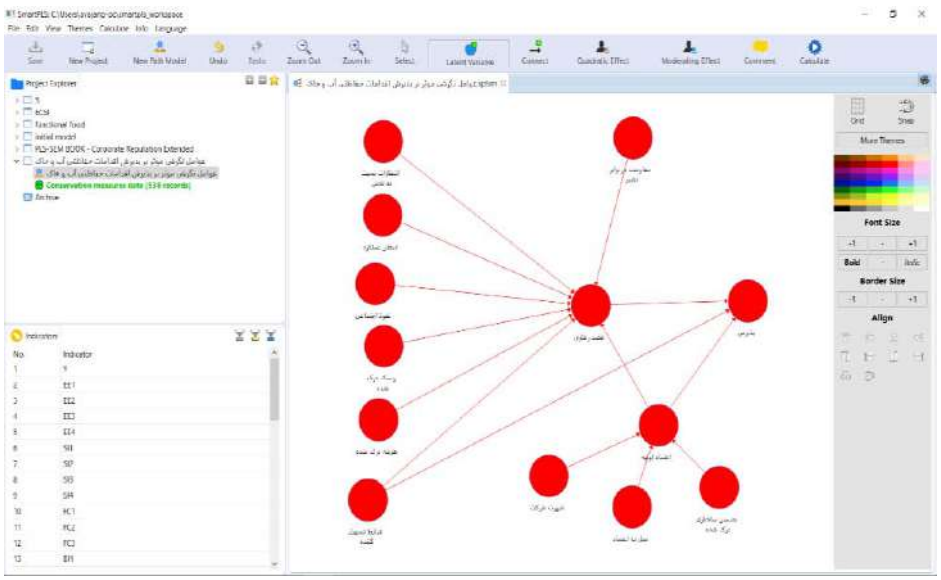


شکل۳-۵۸: انتخاب نام برای سازه پنهان

جابه‌جایی سازه‌ها

با کلیک کردن بر روی دکمه 

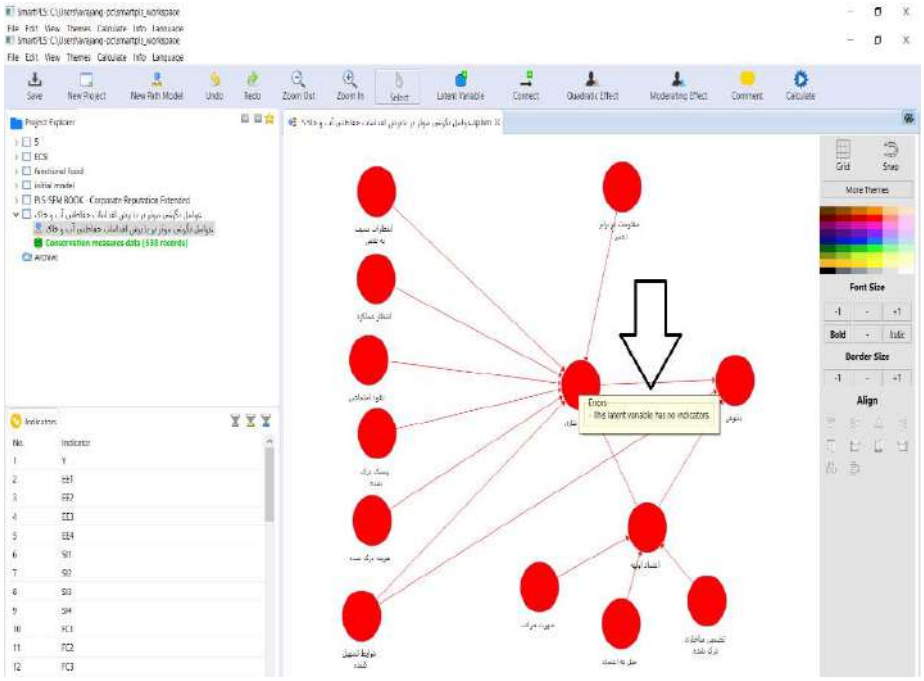
بر نوار ابزار و سپس کلیک کردن بر روی هر کدام از سازه‌ها در قاب اصلی، آن‌ها را به هر سو که مایلید جابه‌جا کنید.



شکل۳-۵۹: نحوه جابه‌جایی سازه‌های الگوی ساختاری

برای تغییر اندازه دایره‌ها نیز با کلیک کردن بر روی هر سازه، مستطیلی در اطراف آن فعال می شود، زمانی که اشاره‌گر موشواره را روی نقاط سیاه رنگ مستطیل قرار داده و دکمه سمت چپ آن را ثابت نگه دارید، اشاره‌گر به فلش دوسر تبدیل می شود و می‌توانید مستطیل را به هر جهتی که می خواهید بکشید تا اندازه‌های دایره را تغییر دهید.

***نکته**: تا اینجا رنگ دایره‌ها قرمز است و اگر اشاره‌گر موشواره را روی هر کدام از آن‌ها نگه دارید، مانند شکل شماره (۳-۶۰)، نقص‌های الگو را نشان می‌دهد زیرا هنوز الگو کامل نشده است.

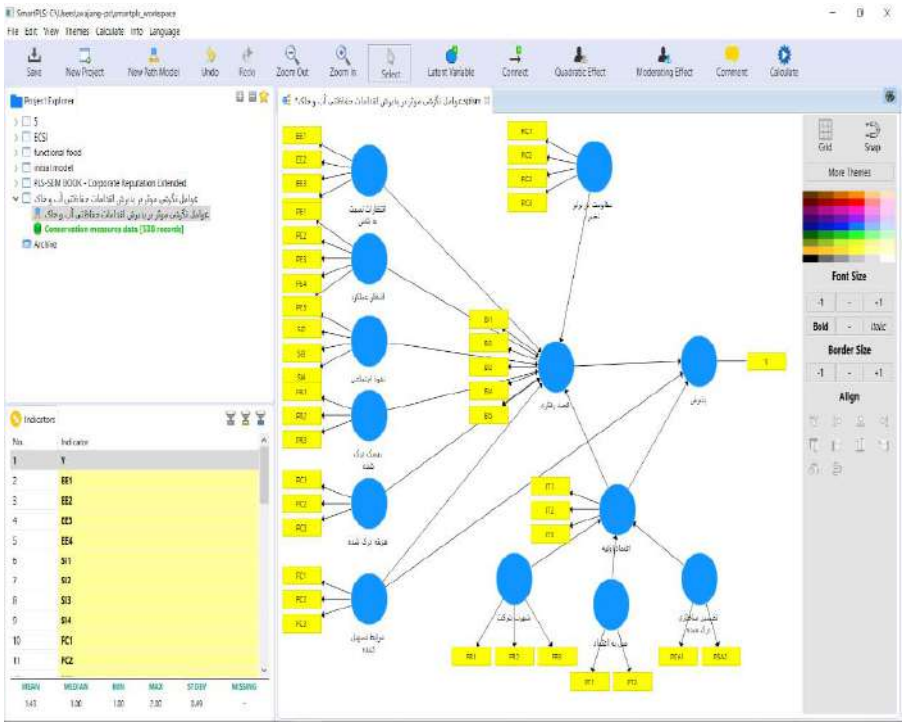


شکل۳-۶۰: پیغام نرم‌افزار مبنی بر ناقص بودن الگو

برای معرفی گویه‌ها به سازه‌های پنهان یا به عبارتی اضافه نمودن متغیرهای مشاهده شده یا نشانگرها (سؤالات پرسشنامه) به الگو، در قاب نشانگرها یا indicators بر روی هر کدام از متغیرهای مشاهده شده کلیک کرده و با نگه داشتن دکمه چپ موشواره بر روی هر کدام از گویه‌ها، آن را به سمت سازه پنهان مربوطه در قاب اصلی طراحی الگو کشانده و در درون دایره مربوطه رها کنید تا به آن الحاق یابد. برای تمامی سازه‌ها این کار را تکرار کنید.

*__نکته__: می‌توانید با استفاده از پایین نگه داشتن کلید shift و کلیک کردن بر روی متغیر مشاهده شده و انتخاب گروهی از متغیرهای مشاهده شده مربوط به یک سازه پنهان، همه آن‌ها را از طریق نگه داشتن دکمه چپ موشواره به سمت سازه پنهان مربوطه در قاب اصلی طراحی الگو کشانده و در درون دایره مربوطه رها کنید تا به آن الحاق یابند.

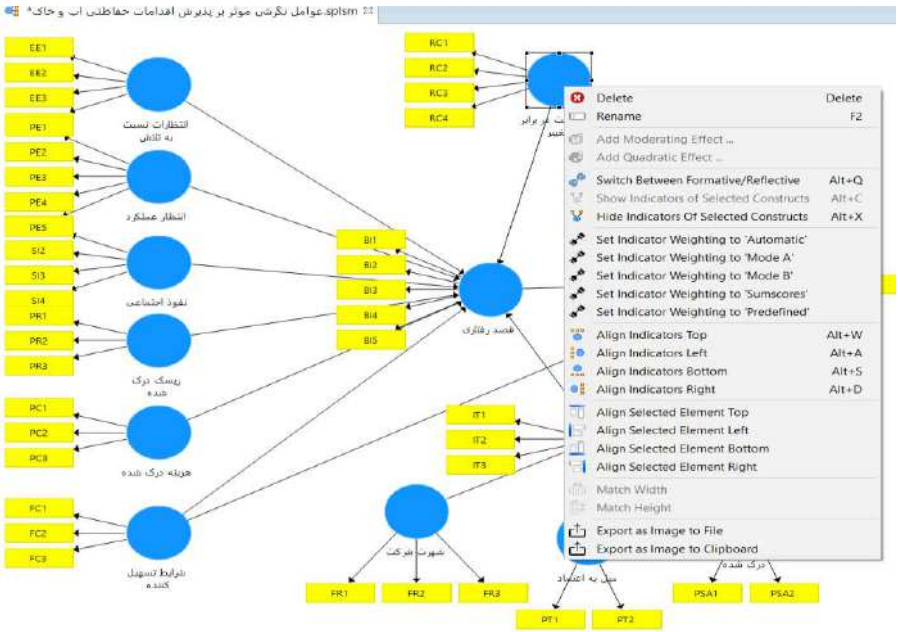
پس از الحاق متغیرهای مشاهده شده به سازه‌های پنهان رنگ قرمز دایره‌ها به آبی و رنگ قرمز فلش‌ها به سیاه تغییر می‌یابد، چون الگو کامل شده و برای اجراء آماده است (شکل۳-۶۱).



شکل۳-۶۱: الگوی ساختاری پس از افزودن متغیرهای مشاهده شده

نحوهٔ آرایش الگو

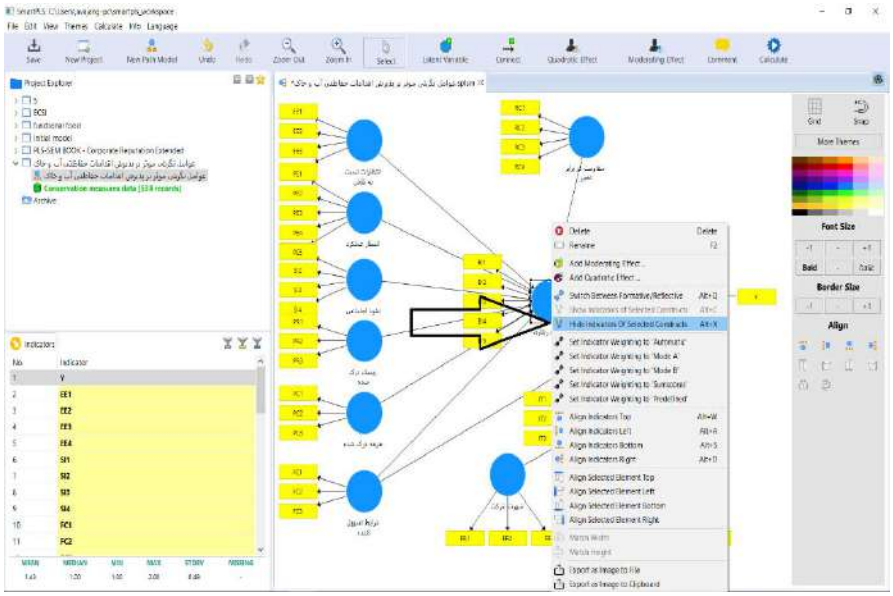
از طریق راست کلیک کردن بر روی هر کدام از سازه‌های پنهان، به راحتی می‌توانید به آرایش الگوی ساختاری خود بپردازید. به این منظور، ابتدا هر متغیری که قصد آرایش آن را دارید با استفاده از گزینه Select در نوار ابزار انتخاب کنید و سپس کلید سمت راست موشواره را فشار دهید.



شکل۳-۶۲: نحوه دسترسی به منوی آرایش الگوی ساختاری

اقدامات آرایشی که به در شکل شماره (۳-۶۲) مشاهده می‌کنید به شرح زیر می‌باشد:

الف) آشکار یا پنهان کردن متغیرهای مشاهده شده سازه: اگر بر گزینه‌های Hide Indicators Of Selected Constracts یا Show Indicators Of Selected Constracts کلیک کنید، متغیرهای مشاهده شده آن سازه، پنهان یا نمایش داده می‌شوند. زمانی که تعداد سازه‌ها زیاد است و نیز متغیرهای مشاهده شدهٔ زیادی در الگو وجود دارد، با پنهان کردن آن‌ها از شلوغی صفحه جلوگیری کنید.



شکل۳-۶۳: نحوه پنهان/ نمایان کردن متغیرهای مشاهده شده الگوی ساختاری

*__نکته__: زمانی‌که الگو به واسطه آشکار بودن متغیرهای مشاهده شده، خیلی شلوغ می‌شود، بهتر است از گزینه پنهان کردن استفاده کنید.

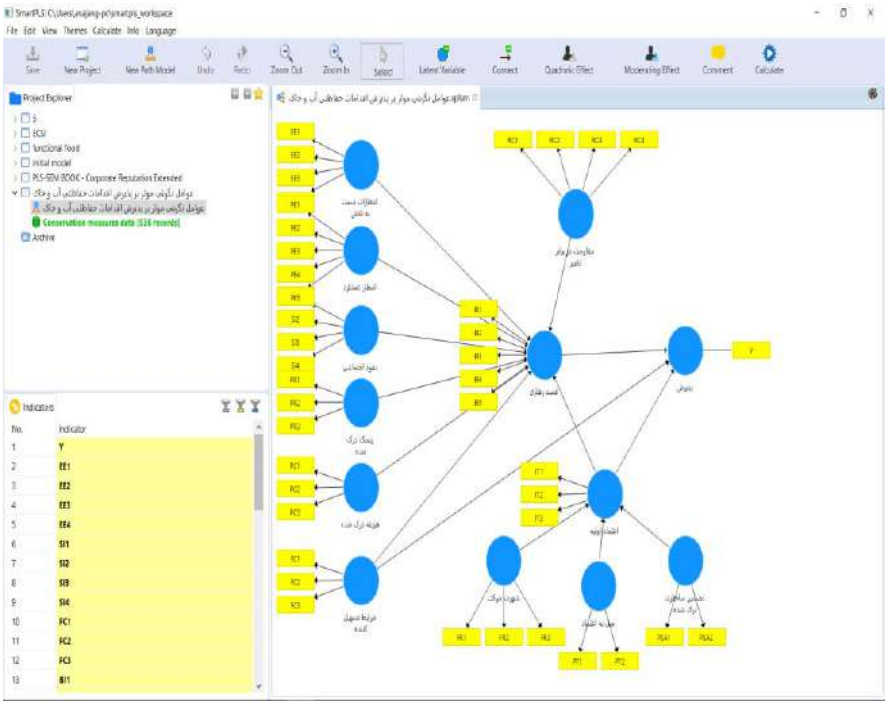
ب) delete به شما امکان می‌دهد سازه پنهان یا مشاهده شده انتخاب شده یا مسیر بین سازه‌های پنهان را حذف کنید.

ج) Align Indicators Top متغیرهای مشاهده شده را در بالای سازه پنهان قرار می‌دهد (مانند سازه مقاومت در برابر تغییر در شکل۳-۶۳)

د) Align Indicators Bottom متغیرهای مشاهده شده با رنگ زرد را در پایین سازه پنهان قرار می‌دهد (مانند سازه شهرت شرکت در شکل۳-۶۳).

ه) Align Indicators Left متغیرهای مشاهده شده با رنگ زرد را در سمت چپ سازه پنهان قرار می‌دهد (مانند سازه ریسک درک شده در شکل۳-۶۳).

و) Align Indicators Right متغیرهای مشاهده شده با رنگ زرد را در سمت راست سازه پنهان قرار می‌دهد (مثل سازه وابسته پذیرش در شکل۳-۶۳).



شکل۳-۶۴: الگوی ساختاری پس از اعمال اقدام‌های آرایشی

آزمون‌های آماری در Smart-PLS

آزمون‌های آماری در Smart-PLS دو نوع است:

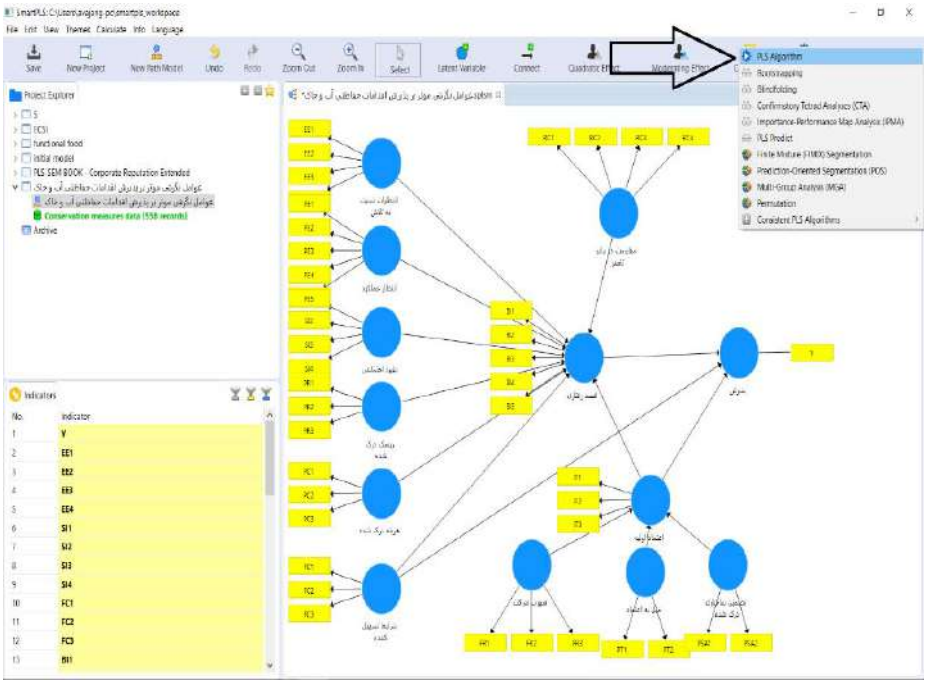
الف) آزمون الگوی اندازه‌گیری که مربوط به بررسی روایی ابزارهای اندازه‌گیری است.

ب) آزمون الگوی ساختاری که به آزمون فرضیات پژوهش و اثر سازه‌های پنهان بر یکدیگر مربوط است.

انجام آزمون‌های آماری و گرفتن خروجی به وسیلهٔ نسخه سوم نرم‌افزار Smart-PLS نسبت نسخه‌های قبلی بسیار آسان‌تر است و خروجی‌های به‌دست آمده نیز شکیل‌تر می‌باشند.

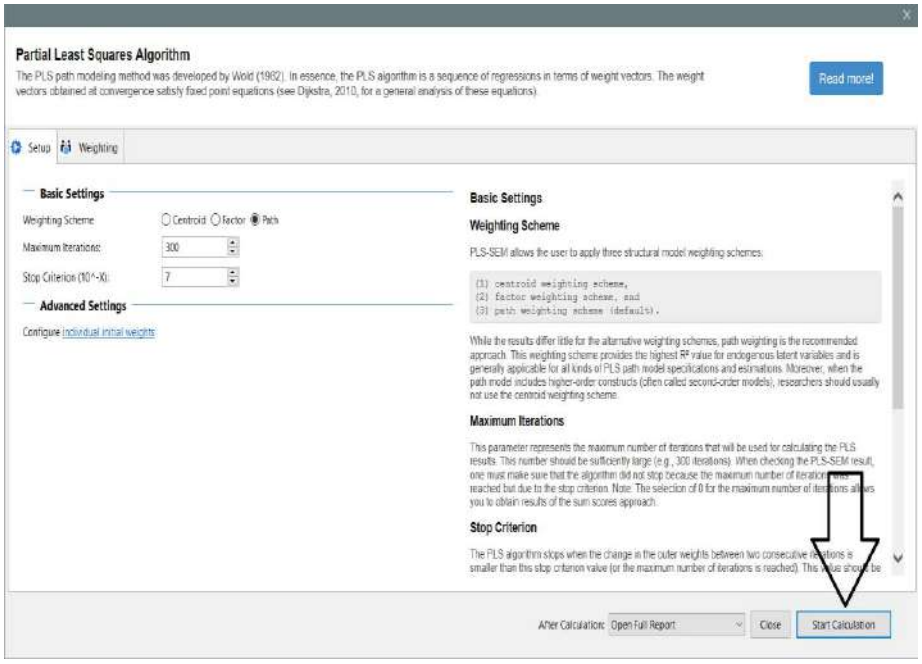
آزمون الگو از طریق منوی Calculate انجام می‌گیرد. در این منو گزینه‌های مختلفی وجود دارد.

PLS Algorithm: این گزینه مربوط به محاسبه ضرایب مسیر، واریانس تبیین شده متغیرهای وابسته توسط متغیرهای مستقل، بار عاملی متغیرهای مشاهده شده و اثر غیر مستقیم و کل سازه‌ها بر یکدیگر است. برای انجام این آزمون از منوی نرم‌افزار بر روی گزینه Calculate کلیک کرده و گزینه PLS Algorithm را انتخاب کنید.



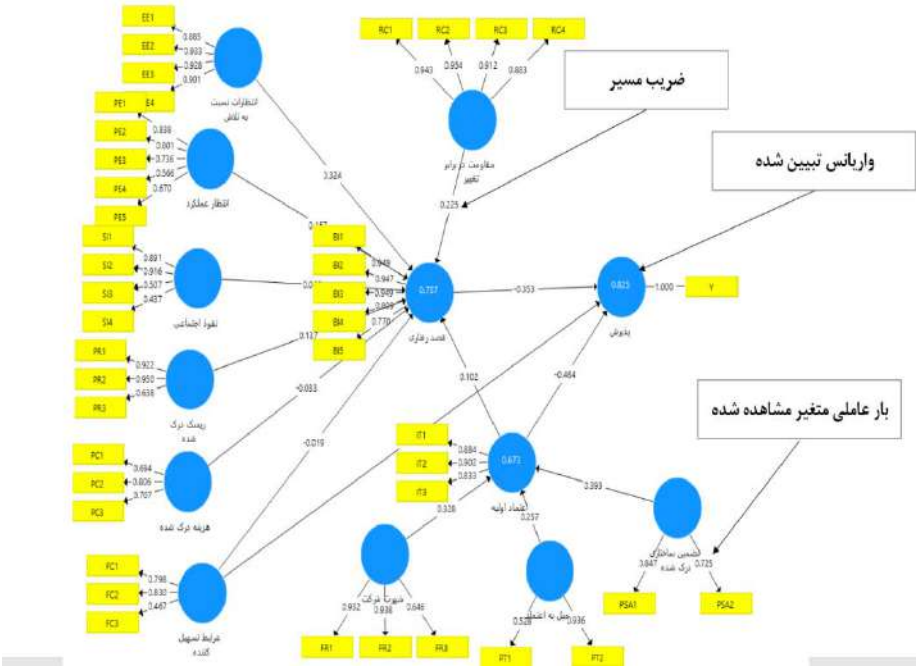
شکل ۳-۶۵: نحوه اجرای آزمون PLS Algorithm

در صفحه باز شده برای تنظیمات الگوریتم طرح وزنی مسیری بـا حـداکثر ۳۰۰ تکـرار و معیـار 1.0E-7 به صورت پیش‌فرض وجود دارد که قابل تغییر هستند.



شکل۳-۶۶: منوی مربوط به آزمون PLS Algorithm

بر روی گزینه Start Calculation که در گوشه سمت راست و پایین پنجره قرار دارد (شکل۳-۶۶) کلیک کنید تا الگوریتم اجرا شود و نرم‌افزار کار محاسبه ضرایب مسیر و بارهای عاملی را شروع کند. پس از پایان محاسبه توسط نرم‌افزار در قاب اصلی طراحی و آزمون الگو، تمامی ضرایب مسیر، بارهای عاملی متغیرهای مشاهده شده و واریانس‌های تبیین شده نمایش داده می‌شود.

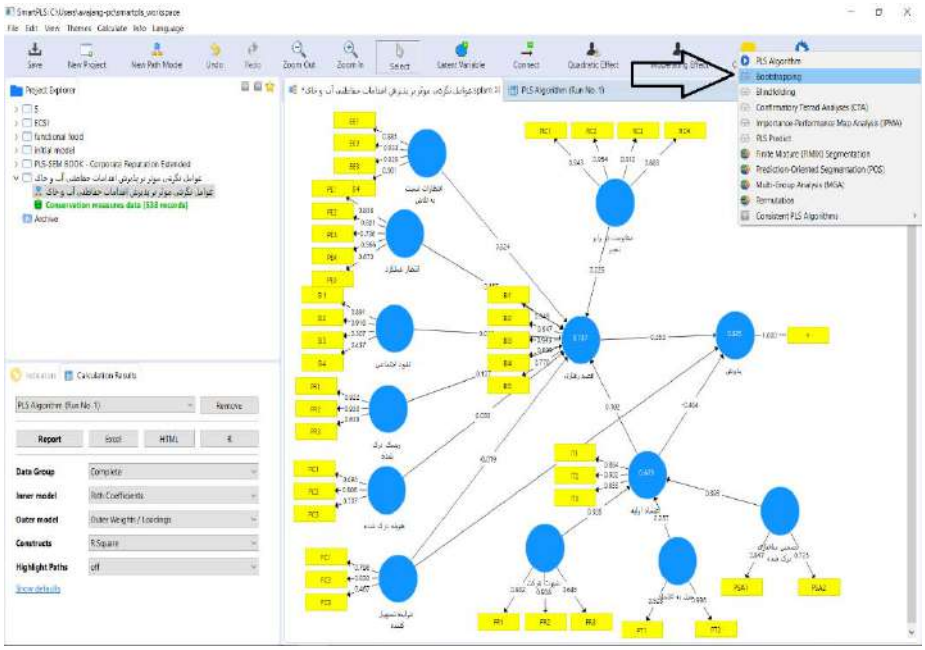


شکل ۳-۶۷: معرفی اجزای مختلف الگوی ساختاری پس از اجرای آزمون PLS Algorithm

در پژوهش‌ها، ضرایب مسیر و واریانس‌های تبیین شده به نوعی مرحلهٔ آخر محسوب شده و تمامی پیشنهادهای ارائه شده با استفاده از ضرایب مسیر انجام می‌گیرد. ضریب مسیر قدرت و شدت تأثیرگذاری یک سازه بر سازه هدف خود را نشان می‌هد و مثبت و منفی بودن نشان‌دهنده تأثیر مستقیم یا معکوس آن سازه بر سازه هدف می‌باشد.

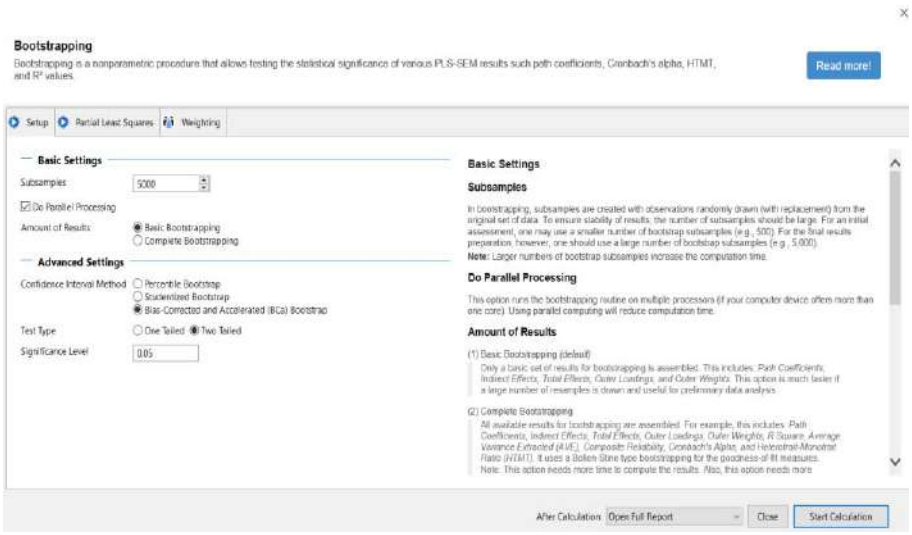
همانطور که در شکل ۳-۶۷ ملاحظه می‌شود، ضریب مسیر سازه انتظارات نسبت تلاش عدد ۰/۳۲۴ می‌باشد که بزرگترین ضریبی است که قصد رفتاری را به طور مستقیم تحت تأثیر قرار داده است. بدین ترتیب انتظارات نسبت به تلاش یک مؤلفه تأثیرگذار در شکل‌گیری قصد رفتاری محسوب می‌شود و پژوهشگر می‌تواند با این نتیجه‌گیری، اقدام به ارائه پیشنهادهای سیاستی در این راستا نماید. همچنین، در شکل ۳-۶۷ واریانس‌های تبیین شده نیز گزارش شده‌اند که همان ضریب‌های تعیین الگوی ساختاری می‌باشند. این ضریب‌ها قدرت توضیح و توصیف الگو را نشان می‌دهند و هر چه بالاتر باشند، الگو از قدرت توضیح‌دهنگی بالاتری برخوردار خواهد بود. ضریب تعیین مربوط به متغیر مستقل این الگو ۰/۸۲۵ گزارش شد بدین معنی که بیش از ۸۲ درصد از تغییرات متغیر وابسته این الگو (پذیرش اقدام‌های حفاظتی آب و خاک) توسط متغیرهای مستقل توضیح داده شده است.

برای بررسی معناداری ضرایب مسیر و بارهای عاملی از منوی Calculate دستور Bootstrapping را اجرا کنید.



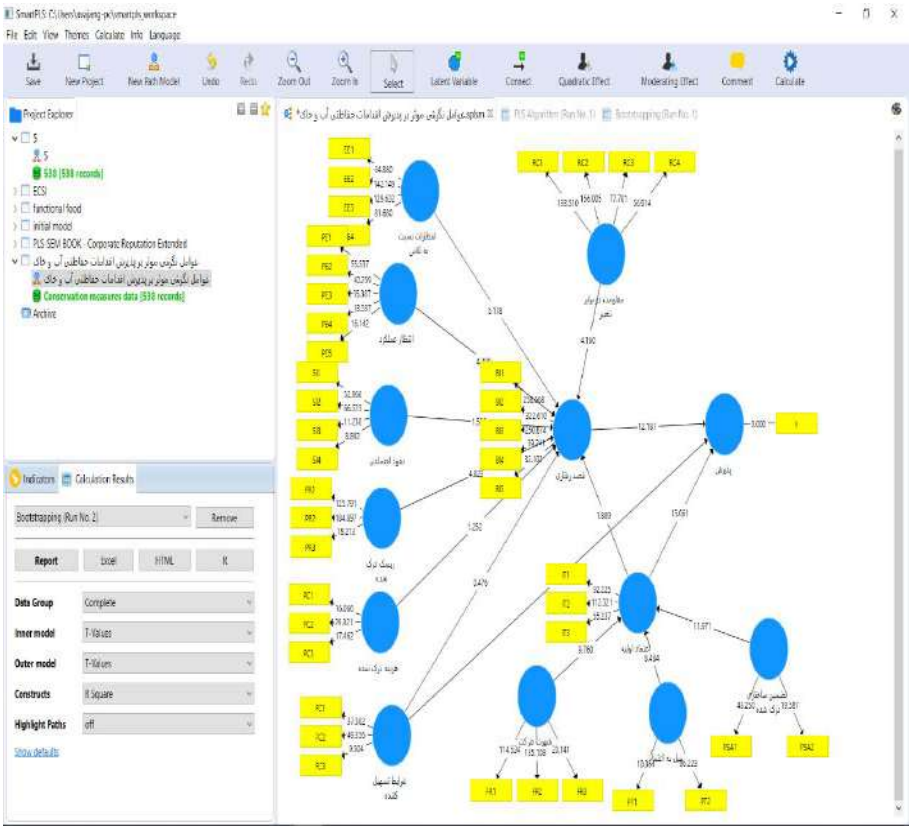
شکل۳-۶۸: نحوه اجرای آزمون Bootstrapping

پس از انتخاب این گزینه، تنظیمات مربوط به رویه Bootstrapping باز می‌شود. اجرای دستور نیازمند انتخاب تعداد زیرنمونه‌ها، تغییر علامت، مقدار نتایج، روش فاصله اطمینان، نوع آزمون و سطح معناداری در دو قسمت تنظیمات پایه و پیشرفته است. تعداد ۵۰۰۰ زیرنمونه را بدون تغییر علامت انتخاب کنید. سایر گزینه‌ها را مطابق شکل شماره (۳-۶۸) تنظیم و Start Calculation را انتخاب کنید تا آزمون اعمال شود. پس از اجرای آزمون، نرم‌افزار مقادیر t آماری را برای الگوی ساختاری و الگوی اندازه‌گیری را بر روی الگوی گرافیکی در قاب اصلی طراحی و آزمون الگو به نمایش خواهد گذاشت.



شکل۳-۶۹: منوی مربوط به آزمون Bootstrapping

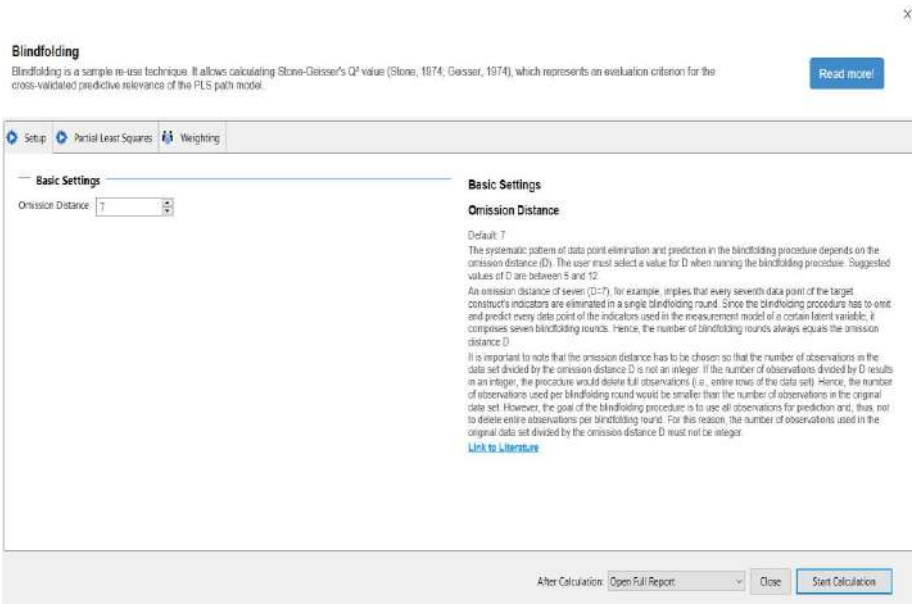
اعداد روی خطوط مسیر و نیز خطوط مربوط به بارهای عاملی مقادیر t مربوط به آزمون Bootstrapp هستند و همانند آزمون t تفسیر می‌شوند، یعنی اگر تعداد نمونه بیش از ۱۲۰ نفر باشد و مقدار آماره محاسباتی بیش از ۱/۹۶ باشد، در سطح ۰/۰۵ و اگر مقدار آمار محاسباتی بیش از ۲/۵۸ باشد، در سطح ۰/۰۱ معنادار است.



شکل۳-۷۰: الگوی ساختاری پس از اجرای آزمون Bootstrapping

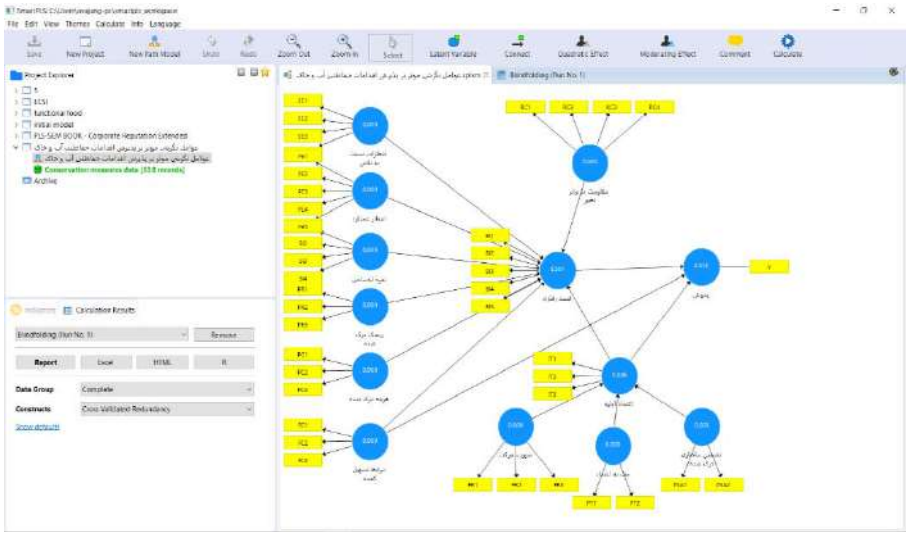
بررسی کیفیت الگو

از منـوی Calculate گزینـه Blindfolding را انتخـاب کنیـد. در اینجـا در قسـمت Omission Distance فاصله حذف را تعیین کنید که عدد پیش فرض آن عدد ۷ است بدین معنی که ماتریس داده‌ها به ۷ گروه تقسیم شده و در هر بار محاسبه، یکی از این گروه‌ها حذف می‌شود و توانایی الگـو در پیش‌بینی متغیرهای وابسته بررسی می‌شـود. Start Calculation را انتخـاب کنیـد تـا آزمـون اعمال شود.



شکل۳-۷۱: منوی مربوط به آزمون Blindfolding

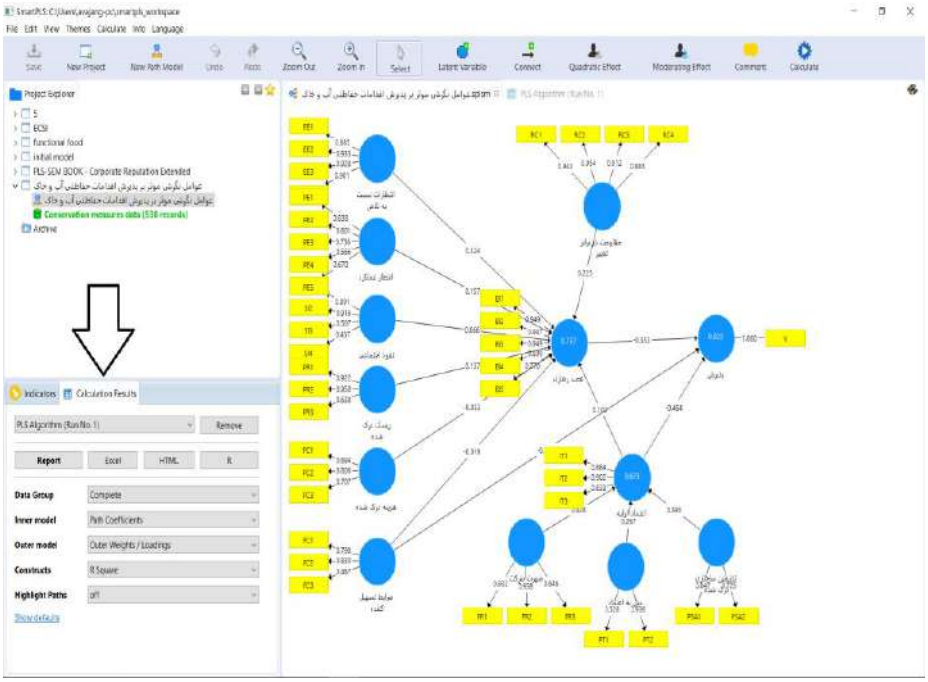
عدد نمایش داده شده در داخل سازه‌های پنهان شاخص بررسی اعتبار حشو یا افزونگی (CV- Redundacy) است که کیفیت الگوی ساختاری را نشان می‌دهد. اعداد مثبت نشانگر کیفیت مناسب الگو هستند.



شکل۳-۷۲: الگوی ساختاری پس از اجرای آزمون Blindfolding

نمایش خروجی متنی از طریق منوی Calculation Results

این گزینه در قاب نشانگرها پس از انجام هر کدام از آزمون‌های آماری که در قسمت‌های قبلی توضیح داده شد، ظاهر می‌شود و بعد از هر آزمون تنها نتایج همان آزمون را گزارش می‌کند.



شکل۳-۷۳: مکان دسترسی به خروجی‌های الگوی ساختاری

همانطور که در شکل۳-۷۲ مشاهده می‌کنید، منوی گزارش (Calculation Results) چهار انتخاب در اختیار پژوهشگر قرار می‌دهد:

۱- Report که خروجی‌های حاصل از الگوی ساختاری را در فضای نرم‌افزار گزارش می‌کند.

۲- Excel که خروجی را در فضای نرم‌افزار اکسل گزارش و در فایلی که از جانب پژوهشگر انتخاب می‌شود، ذخیره خواهد شد.

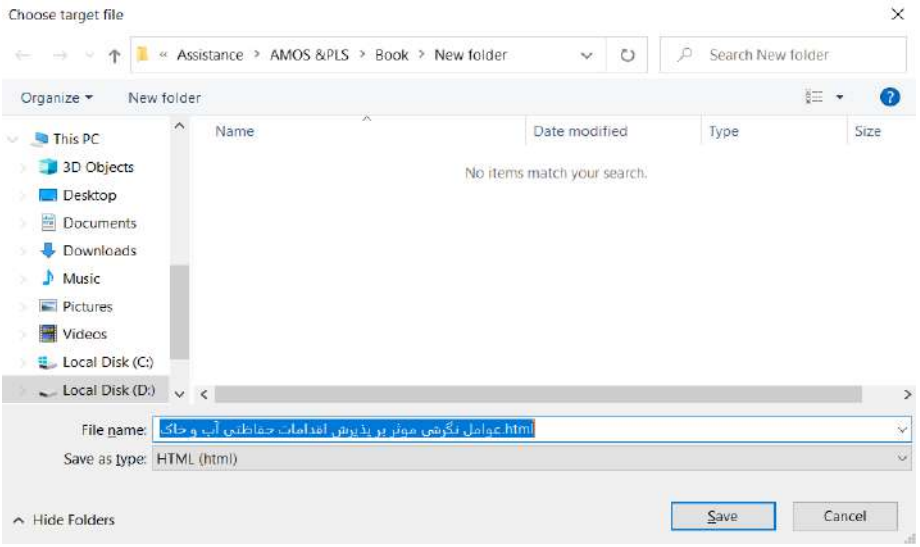
۳- HTML که گزارش در قالب صفحات وب می‌باشد که از مرورگر موجود بر روی رایانه برای گزارش نتایج استفاده می‌کند.

۴- R یا نسخه خام از خروجی که می‌توان نحوهٔ نمایش آن با هر فرمت را به صورت دستی مشخص نمود.

نکته: این شیوه گزارش، تفاوت زیادی با هم ندارند و معمولاً استفاده از گزارش در قالب صفحات وب (HTML) از همه ساده‌تر است.

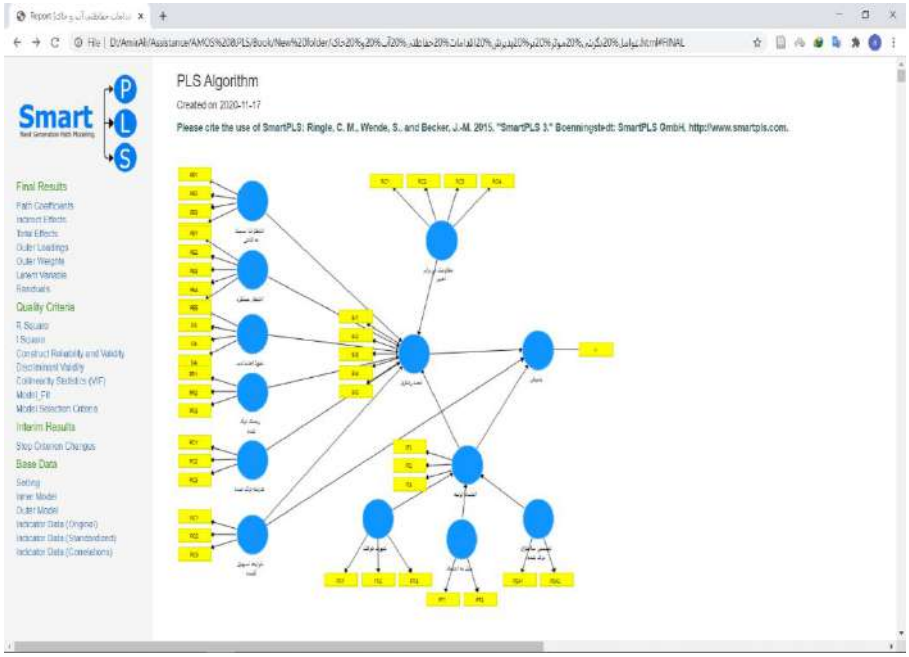
در ادامه به نوع سوم استخراج و ارائه گزارش نتایج پروژه پرداخته می‌شود:

پس از اجرای آزمون PLS Algorithm، بر روی گزینه HTML از منوی Calculation Results کلیک کنید. پنجره‌ای باز خواهد شد که مسیری را برای ذخیره خروجی از شما درخواست می‌کند. پس از انتخاب مسیر و زدن گزینه Save نرم‌افزار اقدام به تولید خروجی و باز کردن نتایج الگو در قالب صفحه مرورگر می‌کند.



شکل۳-۷۴: انتخاب مسیر ذخیره خروجی الگوی ساختاری

صفحه باز شده، فهرستی از شاخص‌ها را نشان می‌دهد. شما در این مرحله موظفید سه شاخص مربوط به پایایی را بررسی کنید.



شکل۳-۷۵: صفحه وب نتایج خروجی آزمون PLS Algorithm

برای بررسی پایایی (همسانی درونی) هر یک از گویه‌ها، بر روی لینک Outer Loading کلیک کنید. در جدولی که باز می‌شود در سطر اول بالای جدول ماتریس، نام سازه‌های پنهان و در اولین ستون سمت چپ نام گویه‌ها یا متغیرهای مشاهده شده ذکر شده است. بار عاملی مورد قبول برای هر متغیر ۰/۷ و سطح معنی داری ۰/۱ است. لذا از ماتریس مزبور اعداد مورد نیاز را استخراج و گزارش کنید.

Outer Loadings

	BI	EE	FC	FR	IT	PC	PE	PR	PSA	PT	RC	SI	Y
BI1	0.949												
BI2	0.947												
BI3	0.949												
BI4	0.809												
BI5	0.770												
EE1		0.885											
EE2		0.933											
EE3		0.928											
EE4		0.901											
FC1			0.798										
FC2			0.830										
FC3			0.467										
FR1				0.932									
FR2				0.938									
FR3				0.646									
IT1					0.884								
IT2					0.902								
IT3					0.833								
PC1						0.694							

شکل۳-۷۶: جدول خروجی Outer Loading

چنانکه در جدول شکل شماره (۳-۷۵) مشاهده می‌کنید، گویه‌هایی که بار عاملی آنها بیش از ۰/۷ است، مناسب‌تر هستند و با رنگ سبز توسط نرم‌افزار نمایش داده می‌شوند. گویه‌ها با بار عاملی کم تر از ۰/۷ با رنگ قرمز نمایش داده می‌شوند.

برای بررسی معناداری بارهای عاملی دستور آزمون Bootstrapping را از منوی Calculate اجرا نموده و سپس بر گزینه Calculation Results از منوی HTML کلیک کنید تا صفحه مرورگر اینترنتی باز شده و نتایج خروجی آزمون را نشان دهد. صفحه باز شده، فهرستی از شاخص‌ها را نشان می‌دهد. با کلیک برروی عبارت Path Coeffiecients جدولی نمایش داده خواهد شد که میانگین، انحراف معیار آماره t و سطح احتمال (P-Value) هر سازه را نمایش می‌دهد. ملاک اعتبار قابل قبول در اینجا این است که آماره محاسباتی بالاتر از ۱/۹۶ در سطح ۰/۰۵ و بالاتر از ۲/۵۸ در سطح ۰/۰۱، معنی‌دار هستند. همچنین، مقادیر سطح احتمال (P-Value) نیز برای تشخیص معنی‌داری می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. سطح احتمال کمتر از ۰/۰۵ و ۰/۰۱ به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد آماری است.

Path Coefficients

Mean, STDEV, T-Values, P-Values | Confidence Intervals | Confidence Intervals Bias Corrected | Samples

	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	Standard Deviation (STDEV)	T Statistics (|O/STDEV|)	P Values
BI -> Y	-0.353	-0.353	0.029	12.163	0.000
EE -> BI	0.324	0.324	0.054	5.965	0.000
FC -> BI	-0.019	-0.019	0.040	0.473	0.636
FC -> Y	-0.185	-0.183	0.024	7.644	0.000
FR -> IT	0.328	0.326	0.032	10.204	0.000
IT -> BI	0.102	0.103	0.055	1.869	0.062
IT -> Y	-0.464	-0.465	0.029	15.801	0.000
PC -> BI	-0.033	-0.033	0.027	1.227	0.220
PE -> BI	0.157	0.158	0.036	4.386	0.000
PR -> BI	0.137	0.135	0.034	3.983	0.000
PSA -> IT	0.393	0.396	0.033	11.989	0.000
PT -> IT	0.257	0.257	0.030	8.546	0.000
RC -> BI	0.225	0.226	0.056	4.049	0.000
SI -> BI	0.066	0.065	0.041	1.588	0.112

شکل۳-۷۷: جدول خروجی ضرایب مسیر و معناداری آن‌ها

برای بررسی اعتبار ترکیبی هر یک از سازه‌ها در قسمت Quality Criteria، بر روی Construct Reliability and Validity در نتایج آزمون PLS Algorithm کلیک کنید تا نتایج آن را نمایش دهد. در این ماتریس نیز در زیرستون Composite Reliability در مقابل هر سازه پنهان عددی جهت اعتبار مرکب آن نوشته شده است که باید آن عدد را برای گزارش نمودن استخراج کنید. در این مورد نیز مقادیر بیش از ۰/۷ برای اعتبار ترکیبی قابل قبول هستند. همچنین، نرم‌افزار به صورت پیش فرض مقادیر قابل قبول در هر معیار را با رنگ سبز و مقادیر غیر قابل قبول را با قرمز مشخص می‌کند.

Construct Reliability and Validity

	Cronbach's Alpha	rho_A	Composite Reliability	Average Variance Extracted (AVE)
BI	0.933	0.961	0.949	0.789
EE	0.932	0.933	0.952	0.832
FC	0.499	0.563	0.751	0.514
FR	0.791	0.810	0.884	0.722
IT	0.844	0.846	0.906	0.763
PC	0.583	0.583	0.781	0.544
PE	0.776	0.801	0.848	0.531
PR	0.790	0.832	0.882	0.720
PSA	0.396	0.412	0.765	0.621
PT	0.327	0.485	0.717	0.577
RC	0.942	0.944	0.959	0.853
SI	0.682	0.785	0.798	0.520
Y	1.000	1.000	1.000	1.000

شکل۳-۷۸:جدول خروجی مربوط به ارزیابی AVE، CR و آلفای کرونباخ

مقادیر واریانس استخراج شده AVE بیانگر اعتبار مناسب ابزارهای اندازه‌گیری است و مقدار بالاتر از ۰/۵ بیانگر قابل قبول بودن اعتبار سازه‌ها می‌باشد. این مقادیر نیز در جدول Construct Reliability and Validity که در شکل ۳-۷۷ نیز نمایش داده شد قابل رویت می‌باشند.

***نکته**: همانطور که در بخش آموزش نرم‌افزار AMOS نیز بیان گردید، این امکان وجود دارد که در مرحله ارزیابی پایایی یا سازگاری درونی الگوی اندازه‌گیری، با شاخص‌هایی خارج از محدوده مجاز و قابل قبول روبرو شوید. در ذیل به راهکارهایی در صورت مواجه شدن با این شرایط در نرم‌افزار Smart-PLS اشاره می‌شود:

راهکار اول: جلوگیری از وقوع این شرایط در اولویت اول قرار دارد، بدین معنی که با انجام یک فرآیند پژوهشی صحیح و علمی، استفاده از یک الگو و چارچوب مفهومی با قدرت توضیح بالا و قابل اتکاء، استفاده از پرسشنامه با پایایی بالا، دقت در فرآیند جمع‌آوری داده‌ها و ورود داده‌های خام به نرم‌افزار و توجه به مؤلفه‌ها با بار منفی که نیازمند نحوه امتیازدهی متفاوت از مؤلفه‌ها با بار مثبت می‌باشند، می‌تواند از رویارویی با شاخص‌های غیر قابل قبول در مرحله تجزیه و تحلیل جلوگیری کند.

راهکار دوم: تصور کنید که بعد از برآورد الگو با اعدادی غیر قابل قبول برای شاخص‌های AVE، CR و آلفای کرونباخ مواجه شوید. برای حصول شاخص‌های قابل قبول کافیست در یک نرم‌افزار صفحه گسترده مانند اکسل، همبستگی مؤلفه‌ها با متغیر وابسته بررسی شود. برای مثال، سازه انتظارات نسبت به تلاش دارای بار مثبت معنایی می‌باشد، بدین معنا که افراد پذیرنده اقدامات حفاظتی آب و خاک طبعاً دارای امتیاز بیشتری نسبت به افراد غیر پذیرنده می‌باشند.

اگر در بین داده‌ها، مشاهده‌هایی در گروه کشاورزان پذیرنده قرار داشته اما امتیاز کمتری نسبت به افراد غیر پذیرنده دارند، با حذف چنین مشاهداتی امکان بهبود شاخص‌ها فراهم می‌شود. این فرایند منجر به افزایش سازگاری درونی، قرار گرفتن شاخص‌ها در محدوده مجاز و بهبود ضریب تعیین الگو خواهد شد.

بررسی روایی

در بررسی روایی تشخیصی سازه‌ها باید دو ملاک را مورد بررسی قرار دهید:

الف) بررسی بار تقاطعی گویه‌ها: بدین منظور از صفحه مرورگر اینترنتی باز شده مربوط به آزمون PLS Algorithm و نتایج خروجی آن در قسمت Quality Criteria در سمت چپ صفحه بر روی گزینه Discriminant Validity کلیک کنید. در جدولی که نمایش داده می‌شود Cross Loadings را انتخاب کنید. این جدول بار تقاطعی هر یک از گویه‌ها را بر سازه خود و سازه‌های دیگر نشان می‌دهد. بار عاملی هر گویه بر سازه خود باید حداقل ۰/۱ بیشتر از بار عاملی آن بر دیگر سازه‌ها باشد.

Discriminant Validity

Fornell-Larcker Criterion | Cross Loadings | Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT)

	BI	EE	FC	FR	IT	PC	PE	PR	PSA	PT	RC	SI	Y
BI1	0.949	0.791	0.653	0.650	0.767	0.441	0.732	0.702	0.621	0.640	0.751	0.700	-0.833
BI2	0.947	0.801	0.670	0.656	0.770	0.456	0.731	0.699	0.635	0.631	0.749	0.721	-0.841
BI3	0.949	0.799	0.650	0.643	0.764	0.435	0.736	0.694	0.644	0.635	0.740	0.707	-0.838
BI4	0.809	0.562	0.451	0.436	0.522	0.228	0.530	0.501	0.477	0.532	0.558	0.433	-0.549
BI5	0.770	0.506	0.416	0.394	0.478	0.226	0.506	0.453	0.454	0.529	0.524	0.389	-0.516
EE1	0.696	0.885	0.661	0.577	0.707	0.449	0.659	0.564	0.555	0.580	0.613	0.636	-0.750
EE2	0.744	0.933	0.672	0.636	0.754	0.465	0.709	0.617	0.593	0.590	0.664	0.667	-0.796
EE3	0.737	0.928	0.687	0.607	0.719	0.456	0.685	0.603	0.545	0.577	0.660	0.692	-0.777
EE4	0.721	0.901	0.663	0.619	0.733	0.427	0.712	0.617	0.600	0.596	0.659	0.651	-0.775
FC1	0.517	0.569	0.798	0.470	0.565	0.434	0.532	0.494	0.509	0.414	0.534	0.490	-0.586
FC2	0.538	0.631	0.830	0.496	0.508	0.413	0.598	0.480	0.448	0.455	0.507	0.488	-0.584
FC3	0.322	0.364	0.467	0.416	0.388	0.310	0.344	0.320	0.308	0.289	0.335	0.444	-0.377
FR1	0.587	0.616	0.586	0.932	0.604	0.336	0.546	0.571	0.560	0.451	0.523	0.532	-0.652
FR2	0.574	0.615	0.596	0.938	0.613	0.320	0.552	0.558	0.573	0.431	0.537	0.550	-0.661
FR3	0.481	0.455	0.428	0.646	0.521	0.233	0.496	0.426	0.419	0.245	0.485	0.403	-0.514
IT1	0.631	0.724	0.605	0.591	0.884	0.421	0.658	0.577	0.649	0.523	0.643	0.590	-0.722
IT2	0.687	0.723	0.656	0.648	0.902	0.425	0.689	0.632	0.664	0.555	0.678	0.613	-0.779
IT3	0.676	0.645	0.626	0.606	0.833	0.338	0.617	0.609	0.611	0.530	0.665	0.589	-0.746
PC1	0.252	0.324	0.299	0.150	0.231	0.694	0.246	0.215	0.094	0.248	0.258	0.359	-0.350
PC2	0.315	0.327	0.386	0.256	0.367	0.806	0.356	0.348	0.284	0.306	0.364	0.293	-0.415
PC3	0.346	0.425	0.478	0.344	0.378	0.707	0.385	0.322	0.259	0.361	0.348	0.286	-0.394

شکل۳-۷۹: جدول خروجی مربوط به بار تقاطعی گویه‌ها

ب) بررسی همبستگی بین سازه‌های پنهان: بدین منظور از صفحه مرورگر اینترنتی بازشده مربوط به آزمون PLS Algorithm در قسمت Final Results در سمت چپ صفحه، گزینه Latent Variable را انتخاب کنید. جدولی نمایش داده می‌شود که با کلیک بر روی Latent

Variable Correlations جدول دیگری باز خواهد شد که همبستگی‌های مربوط به سازه‌های پنهان را نشان می‌دهد.

Latent Variable

Latent Variable | Latent Variable Correlations | Latent Variable Covariances | LV Descriptives

	BI	EE	FC	FR	IT	PC	PE	PR	PSA	PT	RC	SI	Y
BI	1.000	0.795	0.654	0.642	0.761	0.420	0.741	0.701	0.647	0.670	0.760	0.686	-0.827
EE	0.795	1.000	0.735	0.669	0.799	0.492	0.758	0.666	0.629	0.642	0.718	0.725	-0.850
FC	0.654	0.735	1.000	0.639	0.683	0.542	0.701	0.611	0.598	0.547	0.651	0.655	-0.733
FR	0.642	0.669	0.639	1.000	0.686	0.353	0.628	0.616	0.616	0.451	0.609	0.589	-0.723
IT	0.761	0.799	0.683	0.686	1.000	0.452	0.750	0.694	0.734	0.618	0.758	0.684	-0.859
PC	0.420	0.492	0.542	0.353	0.452	1.000	0.456	0.409	0.301	0.421	0.455	0.418	-0.528
PE	0.741	0.758	0.701	0.628	0.750	0.456	1.000	0.666	0.674	0.620	0.702	0.629	-0.801
PR	0.701	0.666	0.611	0.616	0.694	0.409	0.666	1.000	0.601	0.589	0.697	0.622	-0.753
PSA	0.647	0.629	0.598	0.616	0.734	0.301	0.674	0.601	1.000	0.542	0.636	0.584	-0.722
PT	0.670	0.642	0.547	0.451	0.618	0.421	0.620	0.589	0.542	1.000	0.606	0.582	-0.706
RC	0.760	0.718	0.651	0.609	0.758	0.455	0.702	0.697	0.636	0.606	1.000	0.702	-0.784
SI	0.686	0.725	0.655	0.589	0.684	0.418	0.629	0.622	0.584	0.582	0.702	1.000	-0.760
Y	-0.827	-0.850	-0.733	-0.723	-0.859	-0.528	-0.801	-0.753	-0.722	-0.706	-0.784	-0.760	1.000

شکل۳-۸۰: جدول خروجی مربوط به همبستگی بین سازه‌های پنهان

به منظور بررسی معیار فورنل و لارکر در نرم‌افزار Smart-PLS، در صفحه خروجی PLS Algorithm، در قسمت Quality Criteria بر روی Discriminant Validity کلیک کرده و در جدولی که نمایان می‌شود، در قسمت Fornell-Larcker Criterion، ماتریس مورد نظر را مشاهده کنید.

Discriminant Validity

Fornell-Larcker Criterion | Cross Loadings | Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT)

	BI	EE	FC	FR	IT	PC	PE	PR	PSA	PT	RC	SI	Y
BI	0.888												
EE	0.795	0.912											
FC	0.654	0.735	0.717										
FR	0.642	0.669	0.639	0.850									
IT	0.761	0.799	0.683	0.686	0.873								
PC	0.420	0.492	0.542	0.353	0.452	0.737							
PE	0.741	0.758	0.701	0.628	0.750	0.456	0.729						
PR	0.701	0.666	0.611	0.616	0.694	0.409	0.666	0.848					
PSA	0.647	0.629	0.598	0.616	0.734	0.301	0.674	0.601	0.788				
PT	0.670	0.642	0.547	0.451	0.618	0.421	0.620	0.589	0.542	0.760			
RC	0.760	0.718	0.651	0.609	0.758	0.455	0.702	0.697	0.636	0.606	0.923		
SI	0.686	0.725	0.655	0.589	0.684	0.418	0.629	0.622	0.584	0.582	0.702	0.721	
Y	-0.827	-0.850	-0.733	-0.723	-0.859	-0.528	-0.801	-0.753	-0.722	-0.706	-0.784	-0.760	1.000

شکل۳-۸۱: جدول خروجی مربوط به بررسی شاخص فورنل و لارکر

بررسی و آزمون الگو ساختاری

چنانکه قبلاً در شکل شماره (۳-۶۷) مشاهده کردید، آزمون الگوی ساختاری با استفاده از بررسی ضرایب مسیر (Beta) یعنی اعداد روی مسیر، معنی داری ضرایب مسیر و مقادیر R یا واریانس تبیین شده، فرضیه‌های پژوهش را می‌آزماید.

و چنانکه در توضیحات شکل شماره (۳-۷۰) مشخص شد، پس از آزمون Bootstrapp مقادیر نیز بر روی خطوط مسیر نشان داده می‌شوند که در مورد آن در بخش مربوطه توضیح داده شد.

برای بررسی آزمون الگوی ساختاری و مشاهده‌ی جزییات آن می‌توان پس از اجرای آزمون PLSAlgorithm و تهیهٔ گزارش آن، در بخش Final Results بر روی لینک Path Coefficients کلیک نموده و از جدول، ضرایب مربوطه را مشاهده و استخراج کرد.

Path Coefficients

	BI	EE	FC	FR	IT	PC	PE	PR	PSA	PT	RC	SI	Y
BI													-0.353
EE	0.324												
FC	-0.019												-0.185
FR					0.328								
IT	0.102												-0.464
PC	-0.033												
PE	0.157												
PR	0.137												
PSA					0.393								
PT					0.257								
RC	0.225												
SI	0.066												
Y													

شکل۳-۸۲: جدول خروجی مربوط به ضرایب به مسیر الگوی ساختاری

همچنین، می‌توانید با کلیک بر روی لینک Total Effects در بخش گزارش آزمون PLSAlgorithm اثرات کل را نیز مشاهده و استخراج نمایید.

Total Effects

	BI	EE	FC	FR	IT	PC	PE	PR	PSA	PT	RC	SI	Y
BI													-0.353
EE	0.324												-0.114
FC	-0.019												-0.178
FR	0.033				0.328								-0.164
IT	0.102												-0.500
PC	-0.033												0.012
PE	0.157												-0.055
PR	0.137												-0.048
PSA	0.040				0.393								-0.197
PT	0.026				0.257								-0.129
RC	0.225												-0.079
SI	0.066												-0.023
Y													

شکل۳-۸۳: جدول خروجی مربوط به اثرات کل

علاوه بر آن لازم است از میزان واریانس تبیین شده (جهت آگاهی از درصد تغییرات پیش‌بینی شده توسط هر کدام از سازه‌ها) برای هر متغیر وابسته نیز آگاه شد. لذا از جدول نتایج آزمون PLSAlgorithm بر روی لینک R Square در بخش Quality Criteria کلیک کنید تا نتایج واریانس تبیین شدهٔ هر سازه پنهان وابسته را نشان دهد.

R Square

	R Square	R Square Adjusted
BI	0.737	0.733
IT	0.673	0.671
Y	0.825	0.824

R Square charts

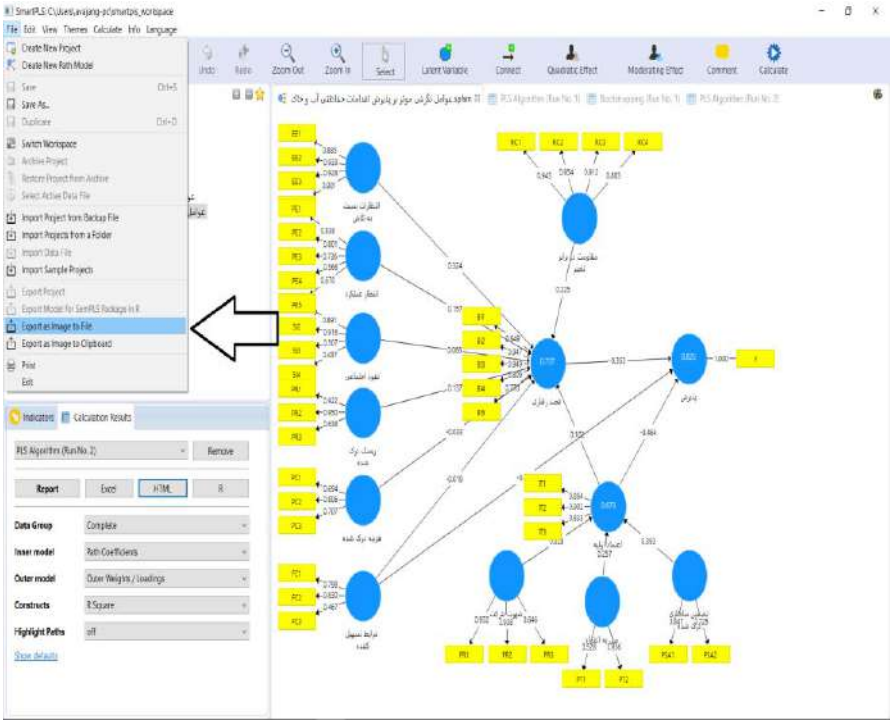
شکل۳-۸۴: جدول خروجی و نمودار مربوط به ضرایب تعیین الگوی ساختاری

ضریب تعیین (R^2) معیاری است که برای متصل کردن بخش اندازه‌گیری و بخش ساختاری الگوسازی معادلات ساختاری به کار می‌رود و نشان از تأثیری که یک متغیر برون‌زا بر یک متغیر درون‌زا دارد. دامنه R^2 از صفر تا یک است و مقادیر بزرگ‌تر سطح دقت پیش‌بینی بالاتر را نشان می‌دهد.

انتقال الگو از PLS به Word

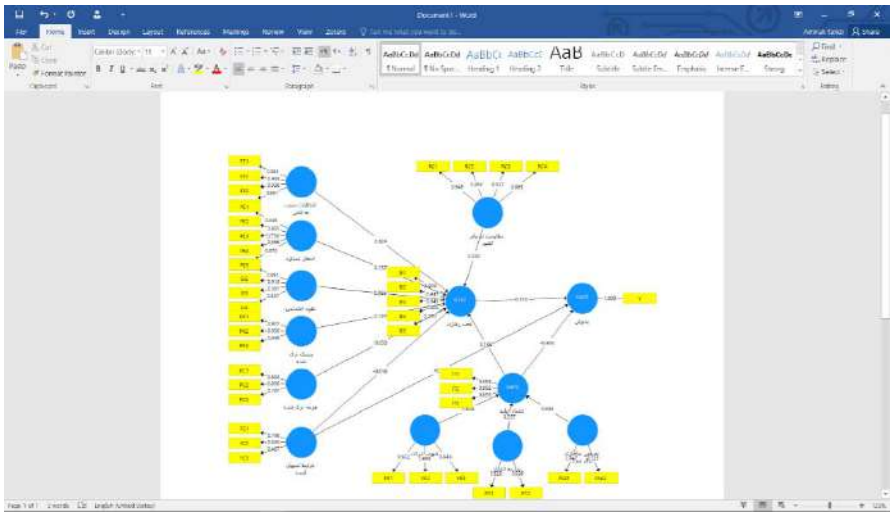
به منظور تحلیل الگوی معادله ساختاری و ارائه گزارش، به طور معمول الگو از محیط PLS به محیط Word، انتقال داده می‌شود. به این منظور، از دو مسیر می‌توان استفاده کرد:

۱- گزینه File را انتخاب کرده و Export as Image to File را انتخاب کنید. با استفاده از این گزینه نرم‌افزار این امکان را می‌دهد که یک فایل jpg از الگو ساختاری در رایانه ذخیره شود تا بتوان از آن در گزارش استفاده کنید.



شکل ۳-۸۵: نحوه تهیه فایل jpg از الگوی ساختاری

۲- با انتخاب گزینه Export as Image to Clipboard الگوی ساختاری را به‌طور موقت کپی کرده و با رفتن به یک فایل Word و زدن گزینه Paste، الگوی ساختاری به این نرم‌افزار منتقل می‌شود.



شکل۳-۸۶: الگوی ساختاری منتقل شده به نرم‌افزار Word

محیط Word به شما این امکان را می‌دهد تا گزارش مدنظر خود را آماده کنید.

نحوهٔ گزارش معیارهای به دست آمده از نرم‌افزار Smart-PLSدر مقالات علمی

بعد از استخراج خروجی از نرم‌افزار Smart-PLS باید اطلاعات به دست آمده را در مقاله خود گزارش کنید.

در گام اول، باید الگوی اندازه‌گیری خود را ارزیابی کنید. بدین منظور باید شاخص‌های مربوط به ابزارهای اندازه‌گیری را گزارش کنید. در شکل زیر، یک نمونه از گزارش ارزیابی ابزارهای اندازه‌گیری در یک مقاله معتبر علمی نمایش داده شده است.

جدول ۳-۳: جدول گزارش ابزارهای اندازه‌گیری نرم‌افزار Smart-PLS

سازه پنهان	گویه‌ها	بار عاملی	آماره t	شاخص AVE	شاخص CR	آلفای کرونباخ
شهرت شرکت	FR1	۰/۹۳۲	۱۱۸/۷۷۶	۰/۷۲۲	۰/۸۸۴	۰/۷۸۵
	FR2	۰/۹۳۸	۱۳۴/۰۹۳			
	FR3	۰/۶۴۶	۱۹/۵			
میل به اعتماد	PT1	۰/۳۲۹	۱۰/۹۴	۰/۴۷۸	۰/۶۱۶	۰/۵۳۶
	PT2	۰/۲۳۶	۶۲/۹۳			

در جدول ۳-۳ اطلاعات مربوط به شاخص‌های سازگاری درونی مربوط دو سازه پژوهش اقدامات حفاظتی گزارش شد. همانطور که پیشتر اشاره شد، هر کدام از شاخص‌ها باید در محدوده مجاز مربوط به خود قرار بگیرند که در رابطه با سازه شهرت شرکت، شاخص‌ها قابل قبول می‌باشند. این بدان معنی است که گویه‌های استفاده شده برای ارزیابی سازه شهرت شرکت صلاحیت و توانایی توصیف تغییرات این سازه را دارند اما این امر برای سازه میل به اعتماد صادق نبوده و شاخص‌های مربوط به این سازه، در بازه غیر قابل قبول قرار گرفته‌اند. بدین ترتیب، گویه‌های استفاده شده برای توصیف این سازه صلاحیت لازم را نداشته و پژوهشگر ناگزیر است که از راهکارهایی که در ابتدای این فصل برای مواجهه با این شرایط ذکر شد، استفاده کند.

در بیشتر پژوهش‌های انجام شده در زمینه الگوسازی معادلات ساختاری، رد یا قبول فرضیه‌های پژوهش به واسطه نتایج به دست آمده از خروجی‌های نرم‌افزار Smart-PLS انجام می‌پذیرد. بدین منظور باید ضرایب مسیر، مقدار آماره t، و ضرایب تعیین حاصل از برآورد الگوی ساختاری خود را در قالب جدول گزارش کنید و نسبت به رد یا قبول فرضیه‌های پژوهش، تصمیم بگیرید. در شکل زیر یک نمونه از جدول نتایج الگوی ساختاری و فرضیه‌های پژوهش در یک مقاله معتبر علمی نمایش داده شد:

جدول ۳-۴: جدول نتایج الگوی ساختاری در یک مقاله علمی

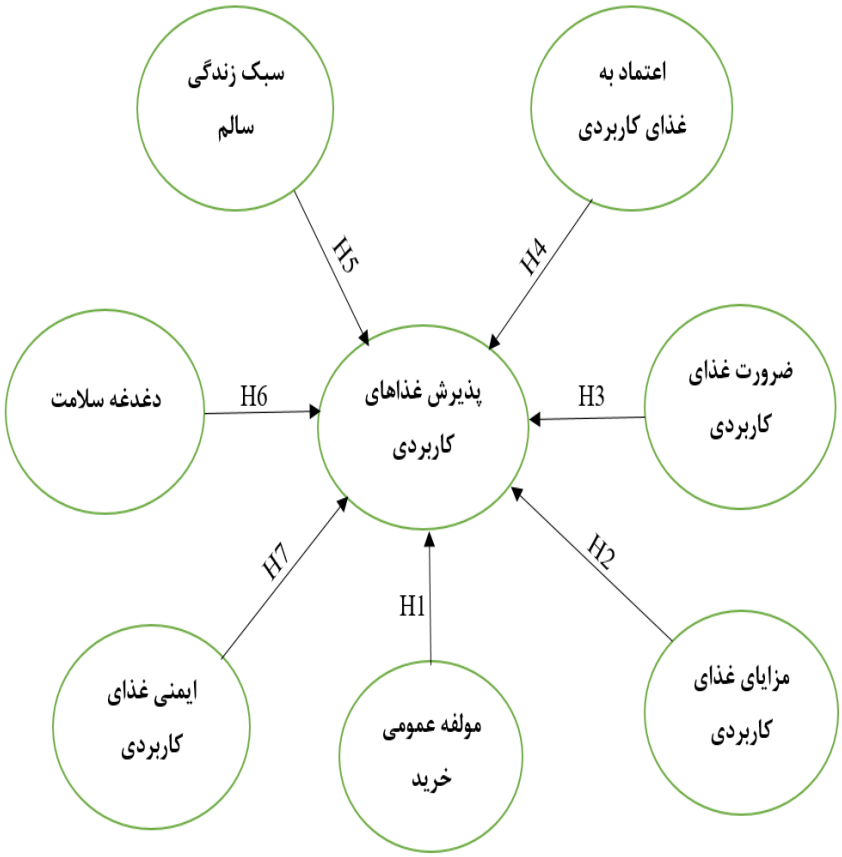
سازه پنهان	فرضیه‌ها	ضریب مسیر	P-value	ضریب تعیین (R^2)
نفوذ اجتماعی	H7(×)	۰/۰۶۶	۰/۲	
اعتماد اولیه	H6(✓)	۰/۴۶۳	۰/۰۰۰	٪ ۷۵/۳

قبول فرضیه (✓)، رد فرضیه (×)

گام آخر در تفسیر نتایج الگوی ساختاری تصمیم‌گیری درباره فرضیه‌های تدوین شده در پژوهش می‌باشد. با استفاده از قالب جدول ۳-۴ می‌توان به راحتی قضاوت درباره فرضیه‌های پژوهش را به همراه ابزارهای مورد استفاده در این فرآیند را به خواننده نشان داد. با توجه به مقدار P-value برای سازه نفوذ اجتماعی، ضریب مسیر مربوطه فاقد معنی‌داری آماری است. از سوی دیگر، مقدار P-value برای ضریب مسیر سازه اعتماد اولیه معنی‌داری آماری در سطح یک درصد و تأیید فرضیه مربوطه را نشان می‌دهد.

در قسمت قبل به ارائه یک مثال کاربردی و تحلیل الگوسازی معادلات ساختاری در زمینه توسعه کشاورزی با استفاده از دو نرم‌افزار $AMOS_{21}$ و $Smart\text{-}PLS_3$ پرداخته شد. دومین مثال کاربردی مربوط به زمینه اقتصاد کشاورزی است. همانند مثال کاربردی اول، وارد کردن داده‌ها و گرفتن خروجی با استفاده از دو نرم‌افزار یادشده مدنظر است.

پیش از ورود به بخش آموزش نرم‌افزارها، ابتدا به ارائهٔ الگوی مفهومی مورد استفاده در این پژوهش به همراه فرضیه‌های تحقیق پرداخته خواهد شد.



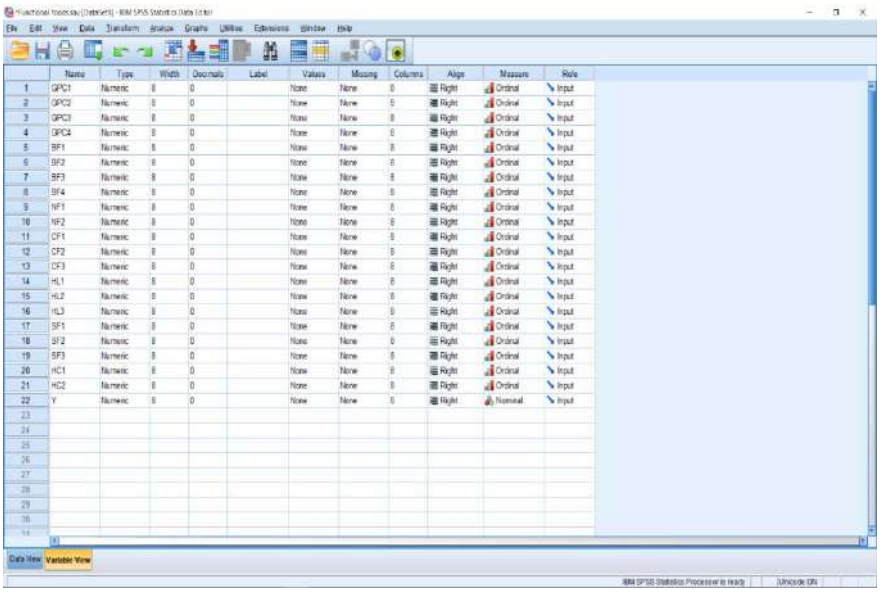
شکل۳-۸۷: الگوی مفهومی مثال غذای کاربردی

ابتدا به معرفی و بررسی مثال کاربردی در نرم‌افزار AMOS پرداخته خواهد شد.

تدوین الگو و تحلیل مثال کاربردی

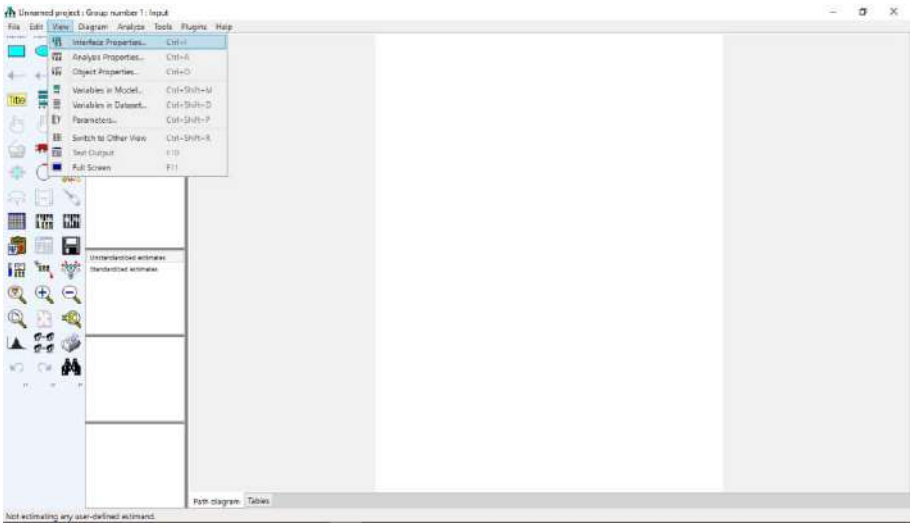
به منظور روشن‌تر شدن نحوۀ کاربری گزینه‌ها، ابزارها، امکانات نرم‌افزار AMOS و به طور کلی چگونگی ترسیم یک الگوی نموداری در محیط AMOS و نحوه تجزیه و تحلیل آن از فایل «غذاهای کاربردی» یا "Functional foods " استفاده می‌شود.به منظور سهولت کار و دسترسی به داده ها، آن ها را وارد نرم افزار $SPSS_{25}$ و مقیاس و ارزش هر یک را مشخص شد. در این الگو از ۷ سازه پنهان استفاده شد که متغیر وابسته آن یعنی Y پذیرش غذای کاربردی توسط شهروندان

رشت بود. سازه‌های مستقل عبارتند از: مؤلفه عمومی خرید (GPC)، منافع غذاهای کاربردی (BF)، ضرورت غذاهای کاربردی (NF)، اعتماد به غذاهای کاربردی (CF)، ایمنی غذاهای کاربردی (SF)، دغدغه سلامت (HC) و سبک زندگی سالم (HL). گویه‌های الگو و مقیاس آن‌ها در شکل ۳-۸۸ نمایش داده شد.



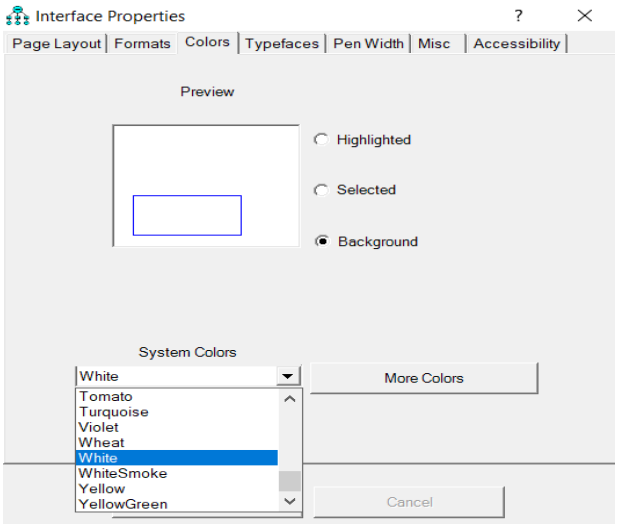
شکل۳-۸۸: نمای داده‌های مثال کاربردی در نرم‌افزار SPSS

در گام بعدی وارد نرم‌افزار شده و اگر مایل بودید می‌توانید با توجه به آموزش قید شده در بخش ۳-۴-۱ نسبت به تغییر رنگ و جهت صفحه اقدام کنید. با توجه به اینکه در مثال قبلی از رنگ زرد استفاده شد در این مثال از رنگ سفید استفاده خواهد شد. به منظور تغییر رنگ صفحه میانجی از منوی View گزینه Interface properties را انتخاب نمایید.



شکل۳-۸۹: شروع فرآیند تغییر رنگ صفحه میانجی

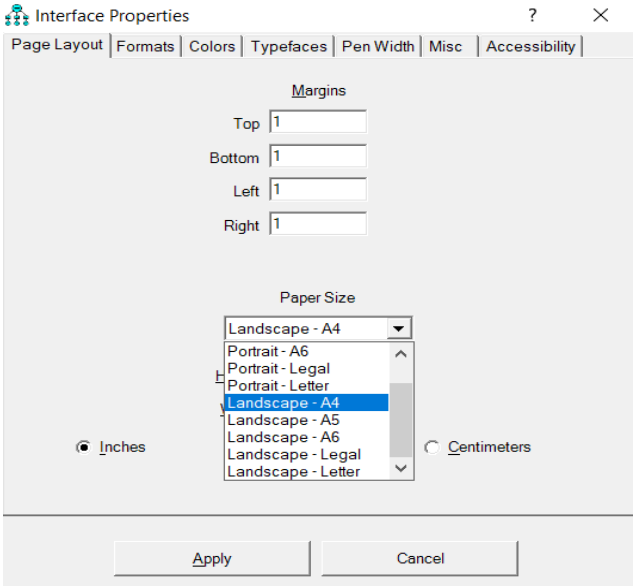
پرده Interface properties باز می‌شود (شکل۳-۲). با انتخاب گزینه colors، قسمت Background را تیک زده و سپس از قسمت system colors، رنگ مورد نظر خود را گزینش کنید و در نهایت با کلیک کردن بر روی دکمه Apply آن رنگ را روی صفحه میانجی AMOS ببینید.



شکل۳-۹۰: نحوه تغییر رنگ صفحه میانجی

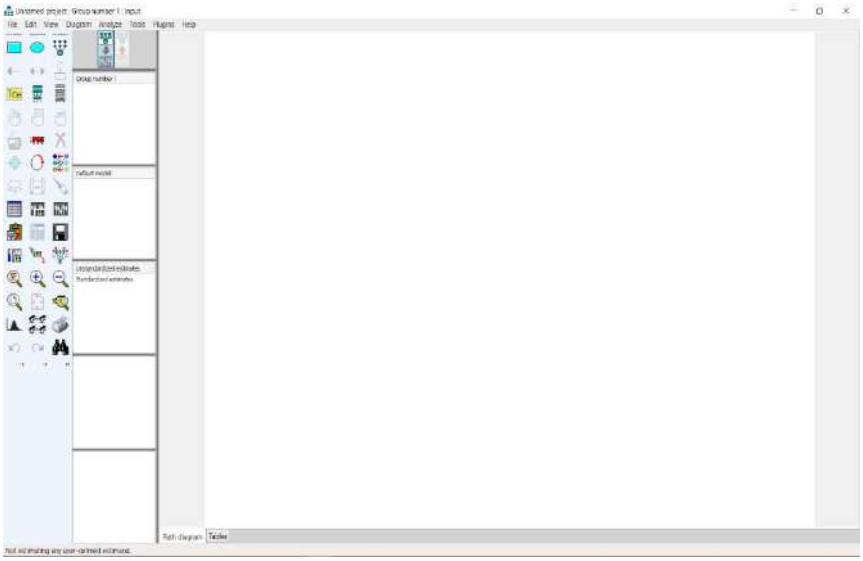
تغییر جهت صفحه میانجی

نرم افزار AMOS علاوه بر تغییر رنگ امکان تغییر شکل و جهت صفحه میانجی را نیز به کاربر می‌دهد. صفحه میانجی یا به شکل افقی (Landscape) یا به شکل عمودی (Portrait) است و در اندازه‌های مختلف؛ که معمولاً حالت افقی آن، کاربری بیشتری دارد. برای این کار همانند مسیر تغییر رنگ، از منوی view گزینه Interface properties را انتخاب کنید و با کلیک کردن بر روی طرح صفحه (page layout) از لیست اندازه کاغذ (paper size) به طور مثال گزینه Landscape Letter و یا Landscape - A4) را انتخاب کنید تا صفحه میانجی به حالت افقی در آید.



شکل۳-۹۱: نحوه تغییر جهت صفحه میانجی

سپس دکمه Apply را کلیک کنید تا درخواست شما تأیید شود و تمامی تغییرهای انجام شده در این قسمت، اعمال گردد.



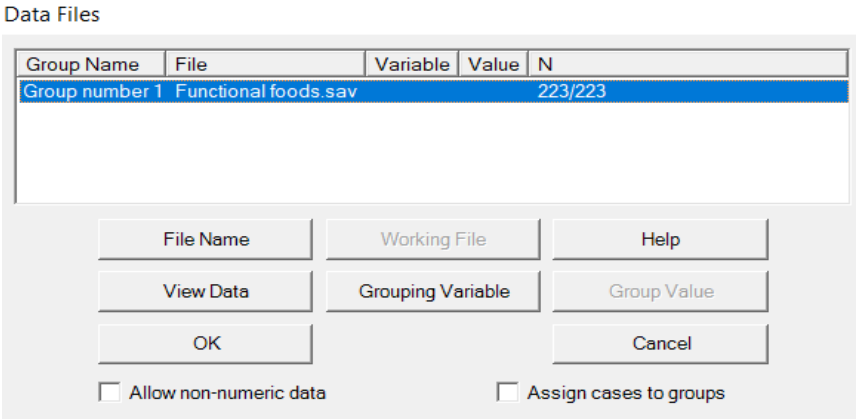
شکل۳-۹۲: صفحه میانجی بعد از انتخاب رنگ سفید

گام دوم: فراخوانی داده‌ها

گام دوم، فراخوانی داده‌ها در نرم‌افزار AMOS می‌باشد. همان‌طور که در تصویر مشاهده می‌کنید، در قسمت نوار ابزار بر روی گزینه Select data file(s) کلیک کنید

شکل ۳-۹۳: نشان فراخوانی داده‌ها

پرده‌ای با عنوان Data files گشوده می‌شود. با زدن دکمه File name مسیر داده‌های خود را برای نرم‌افزار مشخص کنید. در این مثال با انتخاب فایل Functional foods که به فرمت sav می‌باشد، داده‌ها به نرم‌افزار معرفی می‌شوند. سپس اسم فایل داده به همراه تعداد مشاهده‌های موجود در داده به نمایش گذاشته می‌شود. در آخر گزینه OK را انتخاب کنید.

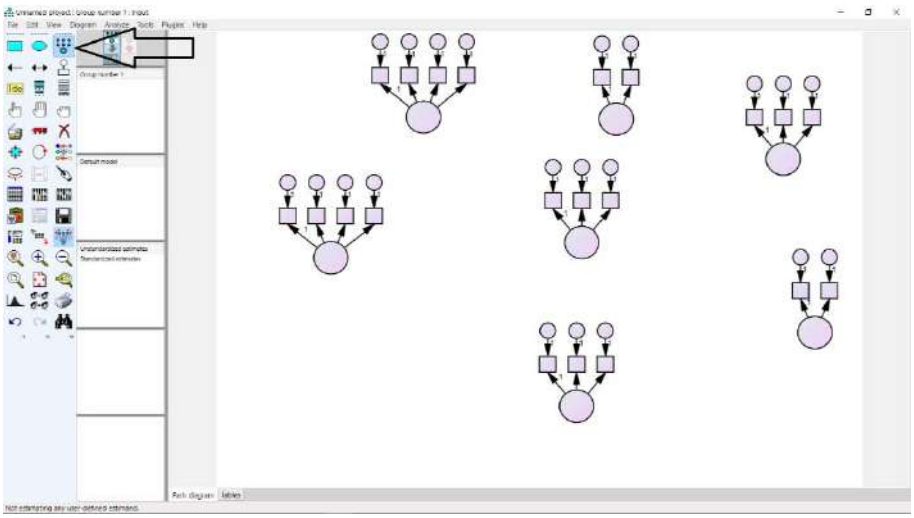


شکل ۳-۹۴: انتخاب مسیر داده‌ها در رایانه

گام سوم: رسم سازه‌های پنهان و گویه‌ها

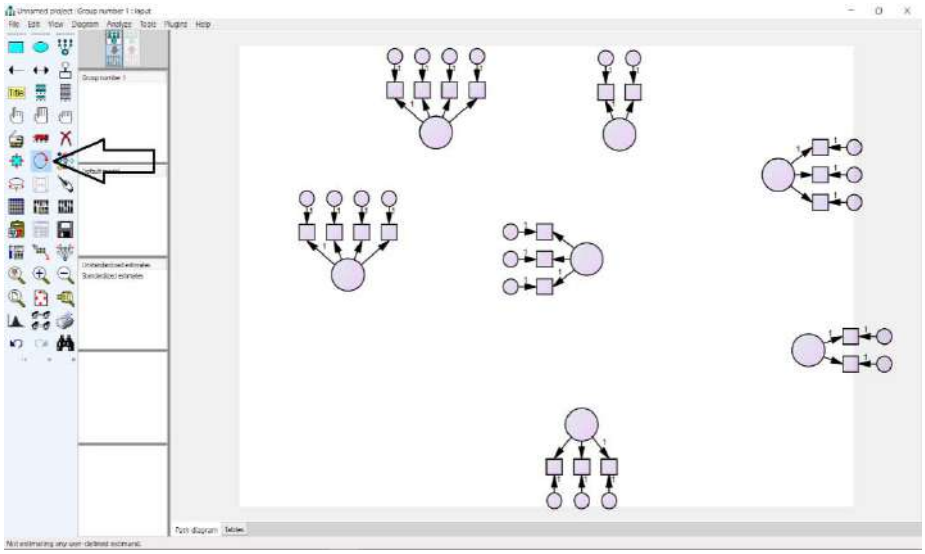
در این مرحله نوبت به تعریف سازه‌های پنهان (مؤلفه عمومی خرید (GPC)، منافع غذاهای کاربردی (BF)، ضرورت غذاهای کاربردی (NF)، اعتماد به غذاهای کاربردی (CF)، ایمنی غذاهای کاربردی (SF)، دغدغه سلامت (HC)، سبک زندگی سالم (HL)) که متغیر GPC با چهار گویه، BF با چهار گویه، NF با دو گویه، CF با سه گویه، SF با سه گویه، HC با دو گویه و HL با سه گویه نمایش داده خواهند شد.

برای این کار سراغ نوار ابزار رفته و روی اولین ابزار ستون سمت راست که به شکل دایره‌ای با چند گویه است، کلیک کنید. علامت نشانگر موشواره را داخل صفحه میانجی برده و یک بار کلیک کنید تا یک بیضی که نشانه سازه پنهان است، کشیده شود. سپس، در حالی که نشانگر موشواره همچنان داخل بیضی است، برای متغیر GPC چهار بار کلیک کنید تا به ازای هر کلیک یک گویه به همراه یک متغیر خطا رسم شود. برای سایر سازه‌ها نیز به طریق مشابه اقدام کنید تا جایی که تمامی سازه‌های الگو به همراه گویه‌هایشان به صورت اولیه در صفحه نرم‌افزار ظاهر شوند.



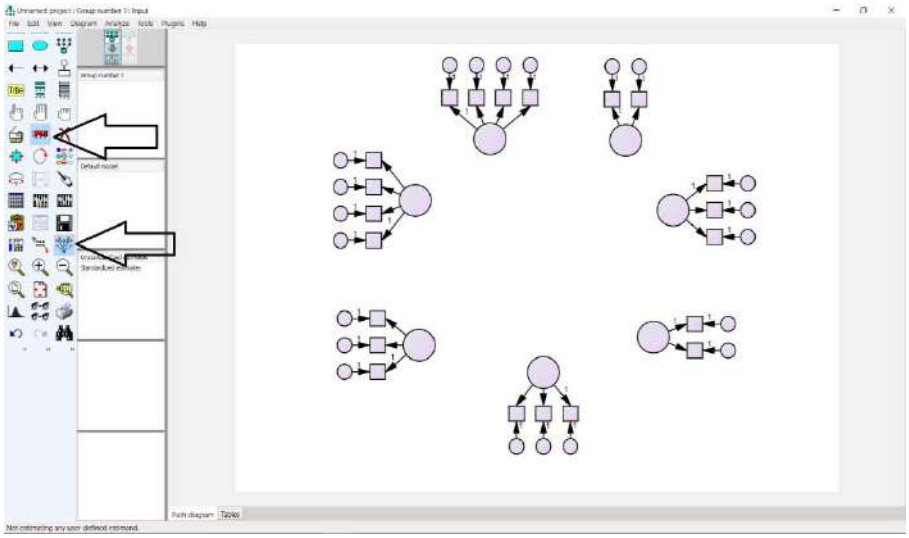
شکل۳-۹۵: رسم سازه‌های پنهان به صورت اولیه

اکنون نوبت به تنظیم شکل و جهت متغیرها به منظور قرارگیری مناسب درون صفحه میانجی با مرز مشخص می‌رسد. برای این کار با زدن دکمه rotate از جعبه ابزار و کلیک بر روی سازه پنهان جهت سازه‌ها را به دلخواه تغییر داده و یا به اصطلاح بچرخانید.



شکل۳-۹۶: نحوه چرخش سازه‌های پنهان

دقت کنید که هیچ بخشی از الگو نباید از مرز مشخص صفحه میانجی خارج شود. زیرا در این صورت به هنگام چاپ خود، آن قسمت را نخواهید داشت. از این‌رو همان‌طور که در تصویر زیر مشاهده می‌کنید ابتدا بر روی دکمه Move objects که به شکل یک کامیون است و سپس بر روی دکمه Symmetric کلیک کرده و نشانگر موشواره را روی الگو برده و به میزان دلخواه هر شکل را به چپ یا راست، بالا یا پایین حرکت دهید تا قرینه‌ترین حالت را که از جلوه خوبی برخوردار باشد ایجاد نمایید.

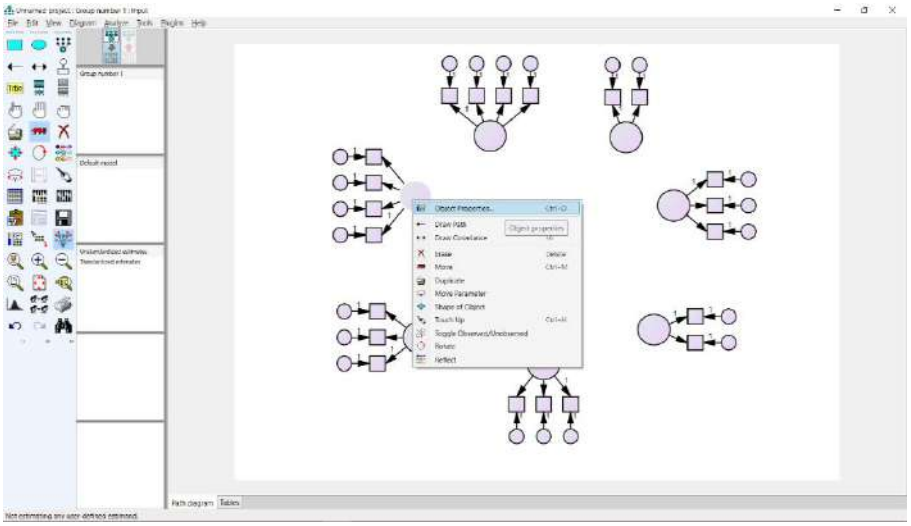


شکل۳-۹۷: نحوه انتخاب یکپارچه الگو و چرخش همزمان تمامی سازه‌ها

گام چهارم: نام گذاری سازه‌های پنهان و متغیرهای مشاهده شده

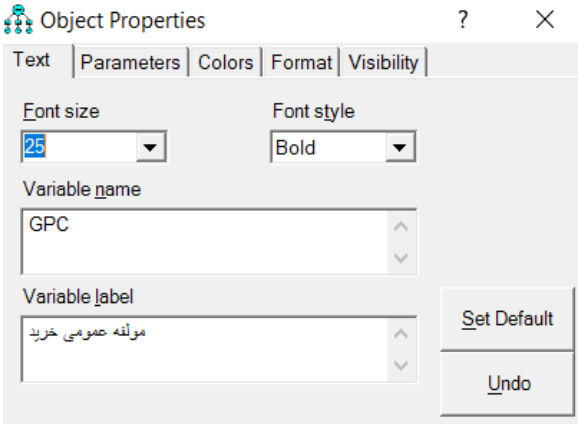
نام‌گذاری سازه‌های پنهان

رسم سازه‌های پنهان و گویه‌هایشان، فضاهای مناسبی را برای نام‌گذاری متغیرها فراهم می‌آورد. برای نام‌گذاری سازه‌های پنهان، ابتدا نشانگر موشواره را روی سازه برده و ضمن کلیک راست بر روی آن، گزینه Object Properties را انتخاب کنید.



شکل۳-۹۸: نحوه نام‌گذاری سازه‌های پنهان

پرده‌ای با نام object properties گشوده می‌شود. گزینه Text را کلیک کنید (معمولاً این قسمت به صورت پیش‌فرض باز و انتخاب شده است). در قسمت Font size سایز کلمه و در قسمت Font style نمای ظاهری کلمه را انتخاب کنید تا نام سازه‌ها بهترین و مناسب‌ترین جلوه را درون کادر خود پیدا کنند. اکنون در کادر زیر variable name نام سازه پنهان خود (GPC) را حتما به انگلیسی (حروف بزرگ یا کوچک فرقی ندارد) درج کنید. سپس، نشانگر موشواره را درون کادر Variable label ببرید و به منظور راحتی خوانندگان فارسی زبان، برچسب فارسی (انتظارات نسبت به تلاش) برای سازه پنهان خود درج کنید.

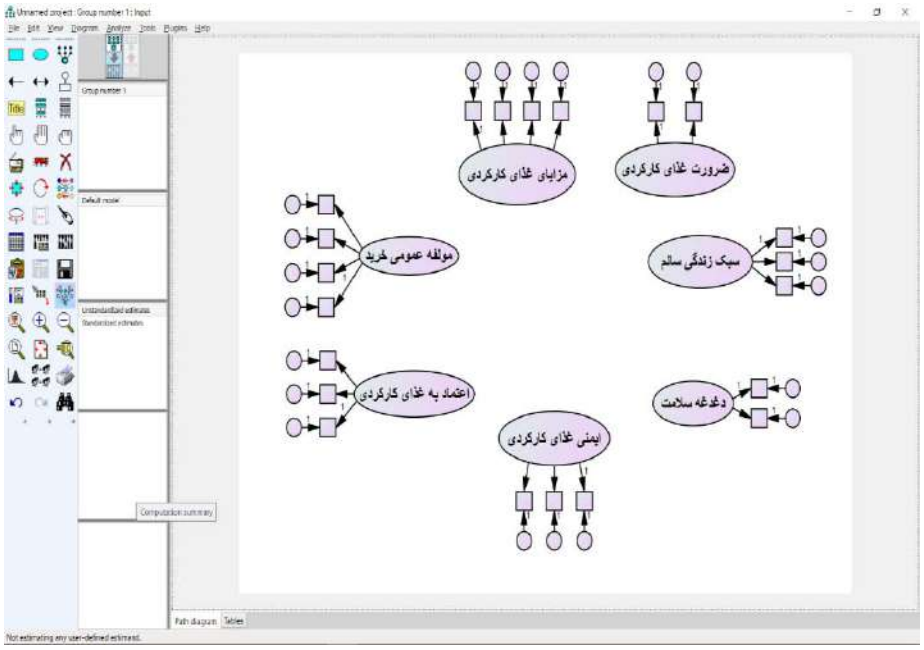


شکل ۳-۹۹: فرآیند نام‌گذاری سازه پنهان

* **نکته ۱:** در قرار دادن یا ندادن برچسب (label) برای متغیر خود مختارید (هر چند بهتر است متغیر برچسب داشته باشد). اما هیچ سازه‌ای بدون نام درج شده توسط برنامه قابل شناسایی نیست؛ لذا درج کردن نام سازه امری ضروری است. همچنین، نام سازه باید حتماً به انگلیسی نوشته شود، حال آن که فارسی یا انگلیسی بودن برچسب به اختیار کاربر است.
* **نکته ۲:** زمانی که نام متغیر یا برچسب آن را در کادرهای مربوطه‌شان می‌نویسید، اثر کار شما به‌طور هم‌زمان درون شکل بیضی مربوط به سازه پنهان قابل مشاهده است. اگر می‌بینید که قسمتی از موارد حک شده از بیضی خارج می‌شود، می‌توانید به راحتی با زدن دکمه Enter سطر دیگری برای نوشتن عبارت خود باز کنید. بدین ترتیب زیبایی بیشتری به کار خود می‌بخشید.
* **نکته ۳:** هرگاه برای سازه‌ای هم نام و هم برچسب تعریف شده باشد، آن چه درون شکل بیضی (برای سازه پنهان) یا مستطیل (برای متغیر مشاهده شده) مشاهده می‌کنید، برچسب متغیر

است. اما هرگاه سازه‌ای فقط نام داشته باشد به ناچار همان نام را درون شکل متغیر می‌بینید. یعنی برنامه به صورت مفروض، ارجحیت را به عنوان درج شده درون شکل مربوط به سازه می‌دهد تا به برچسب آن.

تمامی مراحل ذکر شده فوق را برای تمامی سازه‌های پنهان دیگر اجرا نمایید. تصویر زیر نتیجه کار خواهد بود.



شکل۳-۱۰۰: الگوی ساختاری پس از نام‌گذاری سازه‌های پنهان

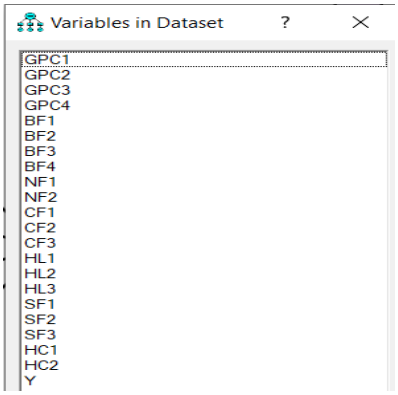
نام‌گذاری متغیرهای مشاهده شده

پس از نام‌گذاری سازه‌های پنهان، نوبت به نام‌گذاری متغیرهای مشاهده شده می‌رسد.

* **نکته:** همانطور که در قسمت قبلی مشاهده کردید، نام‌گذاری سازه‌های پنهان به عهده شماست و می‌توانید هر نامی به دلخواه برای آن‌ها انتخاب کنید. اما متغیرهای مشاهده شده باید از طریق فایل SPSS که در ابتدای کار به نرم‌افزار معرفی شد، نام‌گذاری شوند.

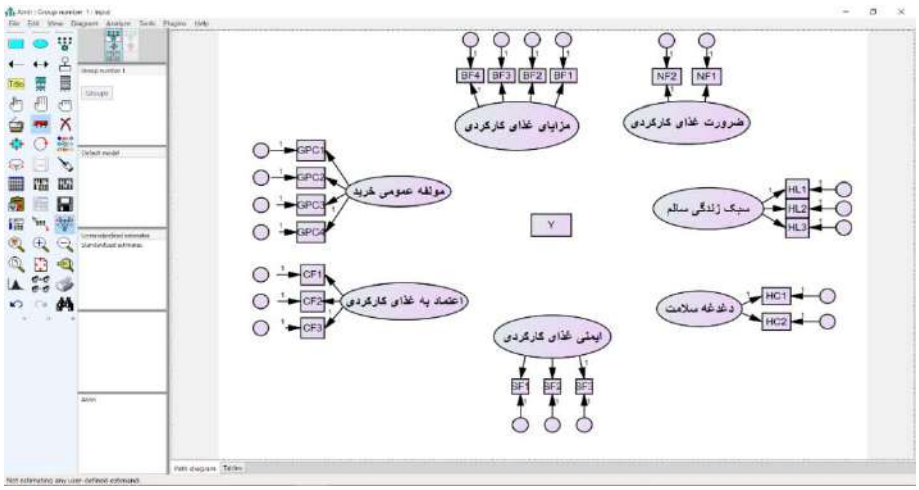
درون جعبه ابزار رفته و گزینه Variables in Data set را انتخاب کنید. پرده‌ای گشوده می‌شود که لیست متغیرهای مشاهدهشده درون آن آمده است. متناسب با هر سازه پنهان، یک یا چند متغیر مشاهده شده وابسته به آن وجود دارد با بردن نشانگر موشواره روی آن متغیر

مشاهده شده و کشیدن آن درون مستطیل مربوطه بـه راحتـی متغیـر مشـاهده شـده را از لیسـت متغیرها به فضای مربوط به خودش منتقل کنید.



شکل۳-۱۰۱: متغیرهای مشاهده شده الگوی ساختاری

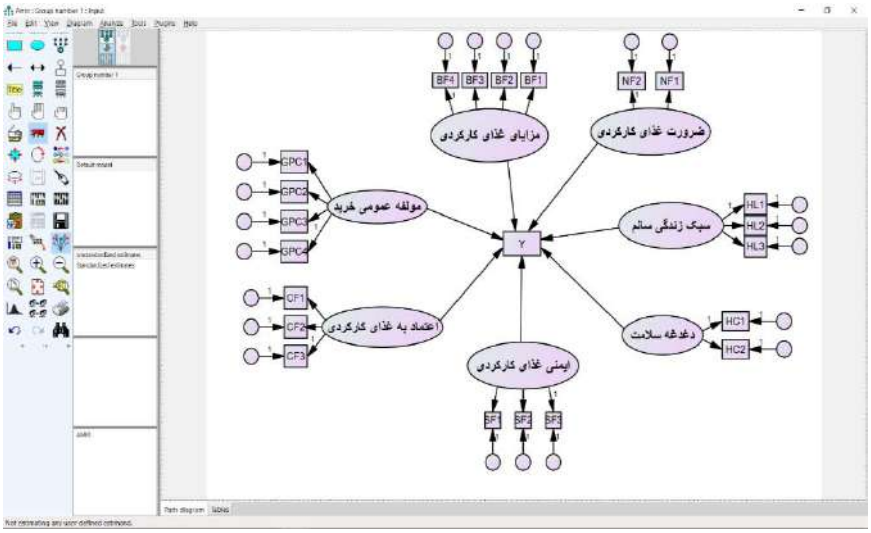
با استفاده از دو مسیر یادشده همه آن‌ها را نام‌گذاری کنید اما یک متغیر مشاهده شده دیگـری با نام Y وجود دارد که همان «پذیرش یا عدم پذیرش غـذاهای کـاربردی» اسـت. مـی‌خواهیـد اثـر حضور این متغیر مشـاهده شـده منفـرد را بـر روی کـل الگـو بررسـی نماییـد. بنـابراین، از لیسـت متغیرهای مشاهده شده Y را بکشید و به درون صفحه میانجی منتقل کنید. برنامه Y را درون یـک مستطیل به نشانه مشاهده شده بودن آن قرار می‌دهد.



شکل۳-۱۰۲: الگوی ساختاری پس از نام‌گذاری متغیرهای مشاهده شده و سازه‌های پنهان

گام پنجم: روابط تحلیل عاملی و تحلیل مسیر

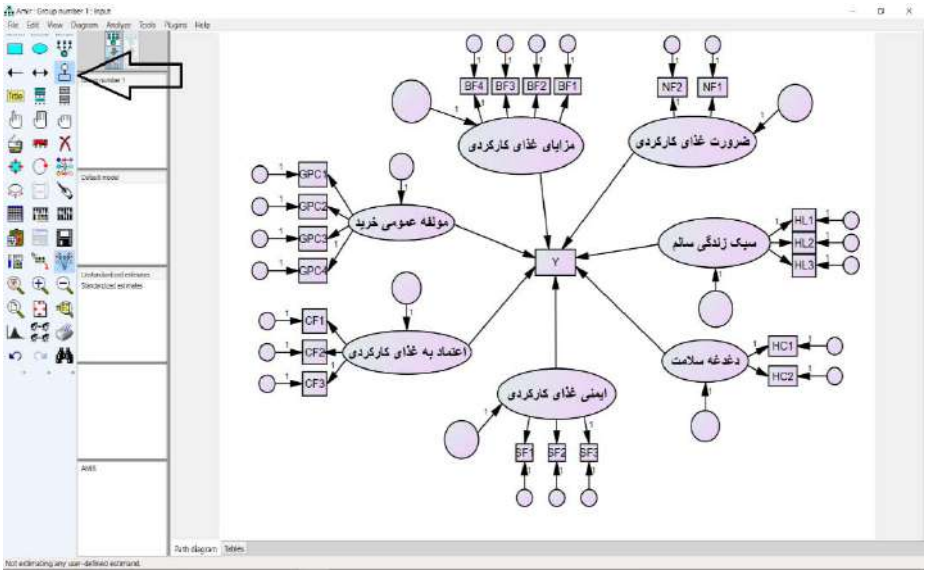
با نام‌گذاری متغیرهای مشاهده شده و سازه‌های پنهان الگو، روابط تحلیل عاملی الگو ترسیم شده است. از آنجایی که می‌خواهید حاصل کار در پایان، یک الگوی معادلات ساختاری باشد، لذا اکنون نوبت به رسم روابط تحلیل مسیری می‌رسد. برای این کار، علامت فلش یک سر ← را از نوار ابزار انتخاب کنید و بر اساس الگوی نظری مانند تصویر زیر بین سازه‌های پنهان و یک متغیر مشاهده شده (Y) فلش‌های یک سویه بکشید. دقت کنید برای رسم فلش یک سویه، نشانگر موشواره را روی کادر یک سازه مبدأ ببرید بدون هرگونه عجله منتظر بمانید تا کادر قرمز رنگ شود. اکنون شروع به رسم فلش کنید. وقتی نوک فلش به سازه مقصد رسید، منتظر بمانید تا کادر قرمز شود. اکنون انگشت خود را از روی موشواره بردارید.



شکل۳-۱۰۳: الگوی ساختاری پذیرش غذای کاربردی

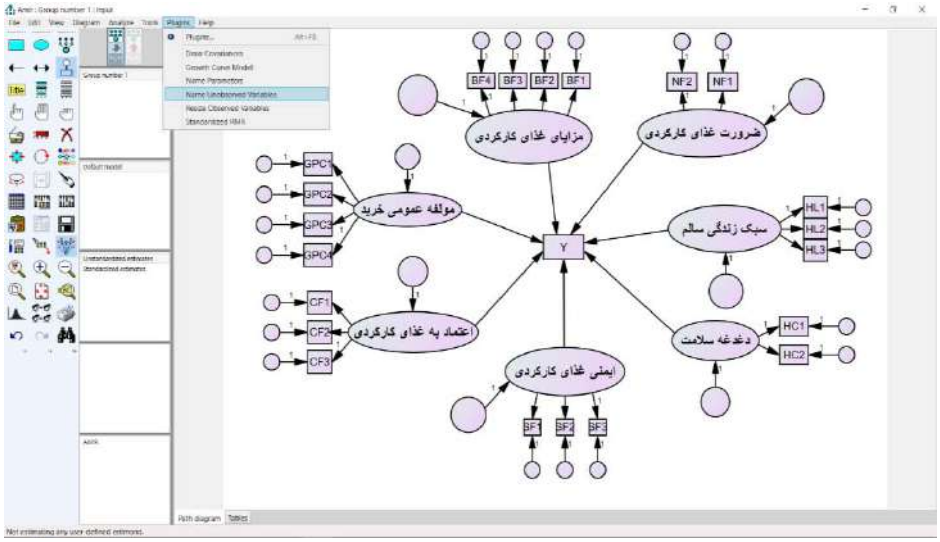
گام ششم: رسم متغیرهای خطا و نام گذاری آن‌ها

برای هر یک از سازه‌های پنهان باید یک متغیر خطا نیز پیش‌بینی کرد. برای این کار از ستون سمت راست نوار ابزار شکل «مستطیلی با یک شاخک دایره‌ای» را انتخاب و بر روی سازه‌های پنهان الگو کلیک کنید تا متغیر خطا رسم شود. اگر جای آن نامناسب بود با چند بار کلیک فضای مناسبی برایش انتخاب کنید.



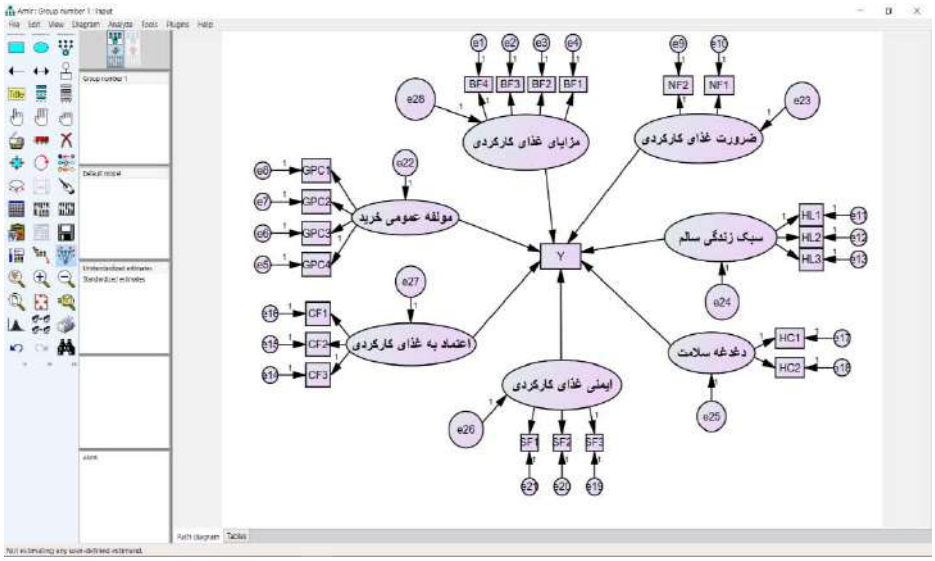
شکل۳-۱۰۴: رسم متغیرهای خطا برای سازه‌های پنهان

متغیرهای خطا هم نیاز به نام‌گذاری دارند. برای این کار از منوی Plugins گزینه Name Unobserved Variables را انتخاب کنید.



شکل۳-۱۰۵: نامگذاری متغیرهای خطا

بدین ترتیب مشاهده می‌کنید که متغیرهای خطا، نام‌گذاری شدند.



شکل ۳-۱۰۶: الگوی ساختاری پس از نامگذاری متغیرهای خطا

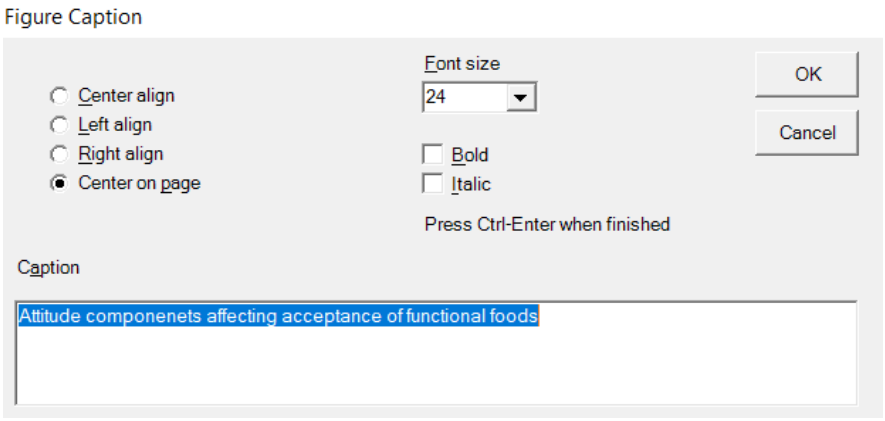
* **نکته ۱:** به یاد داشته باشید گزینه Name unobserved variables از منوی plugins تنها برای نام‌گذاری خطاهای سازه اصلی کاربرد ندارد. بلکه همه سازه‌های پنهان را، که با شکل بیضی یا دایره نمایش داده می‌شوند، نام‌گذاری می‌کند. اگر در الگو سازه‌های پنهان توسط پژوهشگر نام‌گذاری نمی‌شدند، نرم‌افزار این کار را با انتخاب گزینه فوق، انجام می‌داد. مثلاً، در بیضی‌ها نرم‌افزار اسامی HL1 و HL2 و ... (فاکتور ۱ تا ۳) را درج می‌کرد. بهتر است نام‌گذاری بر عهده نرم‌افزار گذاشته نشود چون در صورت زیاد بودن سازه‌های پنهان در بازشناسی آنان در فایل خروجی، پژوهشگر دچار مشکل می‌شود.
* **نکته ۲:** در این حالت، ترتیب نام‌گذاری متغیرهای خطا بر عهده نرم‌افزار بوده و در حین کار در اثر عملیات آرایشی و پیرایشی که روی الگو انجام می‌دهید، ممکن است ترتیب این شماره‌گذاری‌ها تغییر یابد. نگران نشوید، زیرا این رخداد تأثیری روی الگو ندارد.

گام هفتم: انتخاب عنوان

گام هفتم، انتخاب Title (عنوان) برای الگو است. معمولاً، Title در دو بخش الگو قابل جای‌گذاری است:

۱. بالای الگو؛ شامل عنوان پژوهش، خصوصیات آماره‌های روی الگو (استاندارد یا غیر استاندارد) و در صورت لزوم گروه‌بندی بودن الگو است.

۲. پایین الگو: شامل یکسری آماره‌ها مانند کای - اسکوئر. درجه آزادی، مقدار احتمال آن و ... می‌باشد. در این راستا، ابتدا گزینه Title را از نوار ابزار انتخاب کنید و در قسمت بالای صفحه میانجی یک بار کلیک کنید، پرده‌ای با عنوان Figure Caption گشوده می‌شود. بهتر است گزینه‌های left align (چپ چین) و Bold را تیک بزنید. Font را هم به دلخواه تنظیم کنید. سپس در کادر زیر Caption ابتدا عنوان پژوهش خود را درج کنید (برای مثال، Attitude components affecting acceptance of functional foods). در نهایت کلید OK را فشار دهید.



شکل ۳-۱۰۷: انتخاب عنوان برای الگوی ساختاری

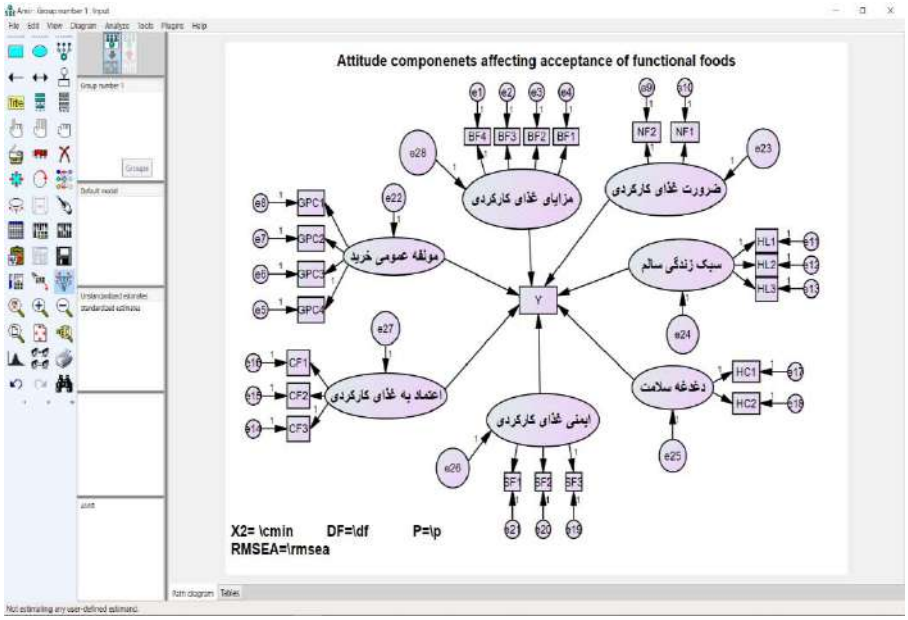
بار دیگر کلید Title را انتخاب کرده و این بار در قسمت پایین صفحه کلیک کنید تا مجدداً پرده Figure Caption باز شود. Bold Left align و سایر گزینه های دلخواه را برای عبارات خود انتخاب کنید و در کادر Caption با کمی دقت و حوصله عبارات زیر را حک کنید و سپس، OK را انتخاب کنید. (به واسطه این کار، سه آماره اصلی ارائه شده توسط نرم‌افزار، در پایان کار بر روی صفحه الگوی ساختاری شما ظاهر می‌شود که این امکان برای افراد فراهم می‌شود تا در یک قاب، تمامی اطلاعات الگوی ساختاری شما را به‌طور خلاصه مشاهده کنند)

X2= \cmin.DF=\df P=\p
RMSEA=\rmsea

*__نکته:__ به یاد داشته باشید بزرگ یا کوچک بودن حروف آماره‌ها در سمت چپ علامت (=) به اختیار کاربر است زیرا کد نیستند و فقط نمایش داده می‌شوند. در حالی که سمت راست علامت (=) حتماً باید با حروف کوچک تایپ شود، چرا که بیانگر کد هستند. همچنین، فراموش نکنید فاصله میان آماره‌ها را رعایت کنید.

شکل۳-۱۰۸: معرفی آماره‌ها به منظور نمایش در صفحه میانجی

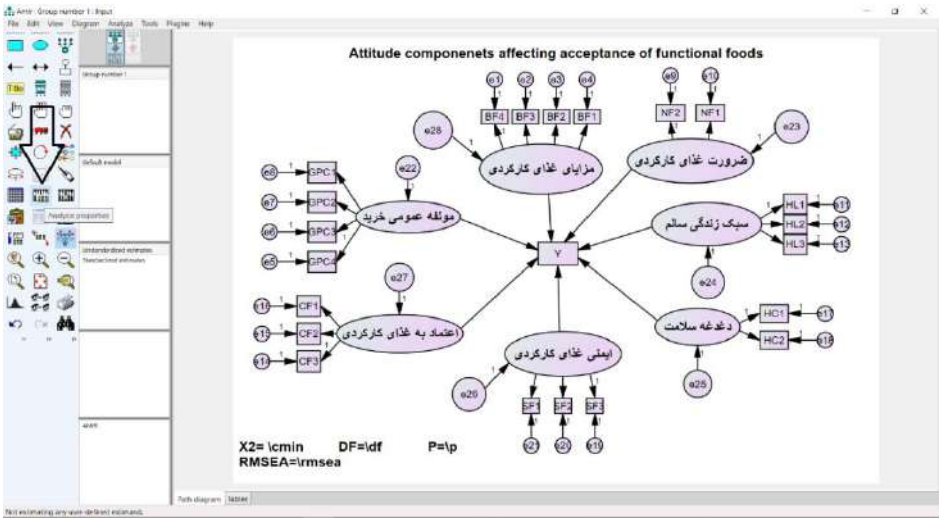
اکنون می‌توانید با انتخاب گزینه Move objects از جعبه ابزار روی عناوین حک شده در بالا و پایین صفحه بروید و مکانشان را به دلخواه جابه‌جا کنید.



شکل۳-۱۰۹: الگوی ساختاری نهایی

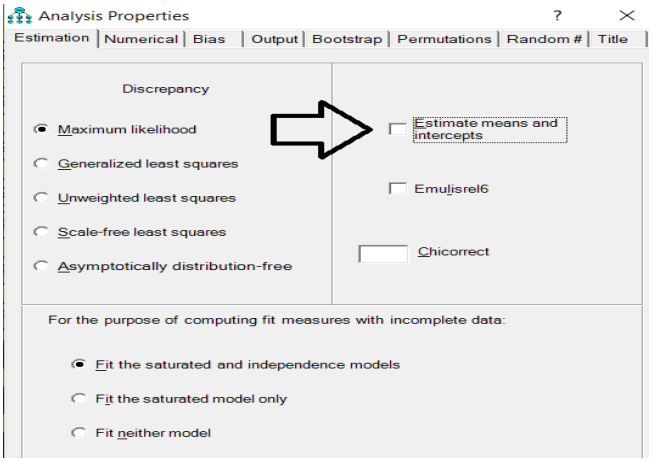
گام هشتم: انتخاب جزییات تحلیل

به خاطر داشته باشید پس از تدارک داده‌ها و ترسیم الگو لازم است قبل از اجرای تحلیل برخی از جزییات آن مشخص شوند. گزینه Analysis properties از ستون میانی جعبه ابزار انتخاب کنید.



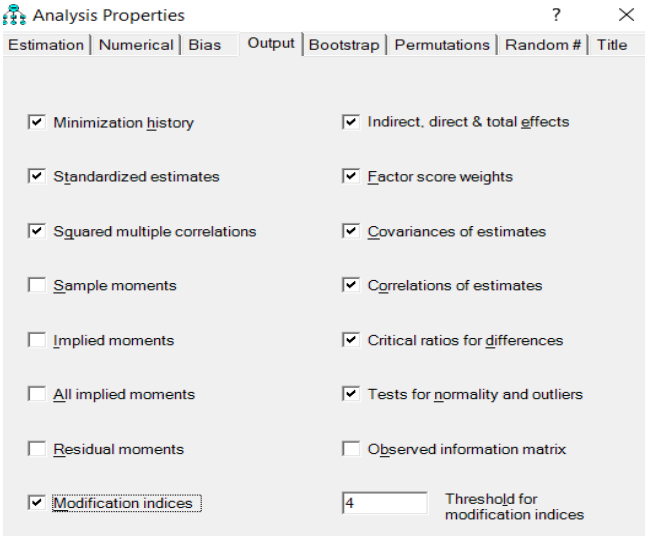
شکل۳-۱۱۰:: نشان انتخاب جزئیات تجزیه و تحلیل

پس از این انتخاب، صفحه Analyze properties گشوده می‌شود. وارد سربرگ Estimation شوید. در سطر اول از ستون سمت راست گزینه Estimate means and intercepts را انتخاب کنید.



شکل۳-۱۱۱: انتخاب جزئیات تجزیه و تحلیل

اکنون وارد سربرگ output شده، چهار گزینه از ستون سمت چپ و شش گزینه هم از ستون سمت راست صفحه را انتخاب کنید. انتخاب این گزینه‌ها به شما کمک می‌کنند تا خروجی الگو را مدیریت نمایید. برای مثال، فعال کردن گزینه standardized estimates باعث می‌شود که برآوردهای استاندارد کلیه وزن‌های رگرسیونی، تعریف شده در الگو، نیز گزارش شوند.



شکل شماره ۱۱۲-۳: انتخاب جزئیات تجزیه و تحلیل در سربرگ Output

از ستون سمت چپ در این بخش، گزینه پرکاربرد دیگری که می‌تواند در اصلاح الگو به پژوهشگر یاری رساند Modification indices است که شاخص‌های اصلاح را برای الگو تدوین شده گزارش می‌کند. شاخص‌های اصلاح نشان می‌دهند که با افزودن چه مسیرهایی به الگو می‌توان مقادیر کای اسکوئر یا RMSEA را کاهش داد.

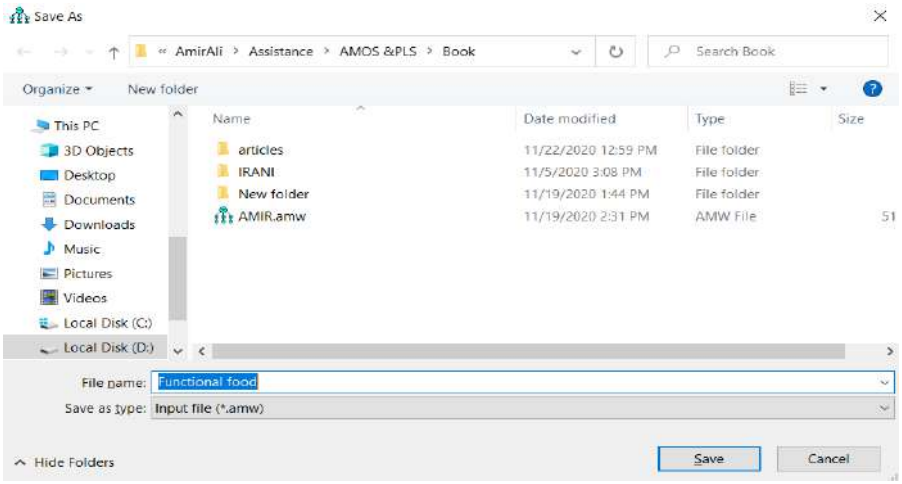
از ستون سمت راست نیز چند گزینه کاربرد زیادی دارند. گزینه Direct, indirect & total effects گزینه‌ای است که بیانگر اثرات مستقیم، غیر مستقیم و کل سازه‌ها در الگو است که بهتر است همراه با گزینه standardized estimates فعال شود تا مقادیر استاندارد و غیر وابسته به مقیاس نیز در خروجی گزارش شوند. چنانچه کاربر مایل باشد توان یک متغیر مشاهده شده را در پیش‌بینی نمرات یک سازه پنهان مورد بررسی قرار دهد گزینه Factor score weights به وی کمک خواهد کرد.

برآوردی از ماتریس کوواریانس پارامترهای برآورد شده و نیز بر آوردی از ماتریس همبستگی این پارامترها با استفاده از گزینه های Covariances of estimates و Correlations of estimates قابل حصول است.

یکی از گزینه‌های پر کاربرد دیگر گزینه Critical ratio for differences است که امکان بررسی معناداری پارامترهای برآورد شده در الگو را فراهم می‌آورد. فعال کردن این گزینه باعث می‌شود که نسبت‌های بحرانی برای کلیه روابط (دو به دو) بین متغیرها گزارش شود تا کاربر مشخص کند که رابطه بین کدام دو متغیر خاص معنادار می‌باشد. گزینه Test for normality and outliers نیز گزینه‌ای است که به پژوهشگر امکان بررسی نرمال بودن تک متغیره و چند متغیره را برای متغیرهای مشاهده شده می‌دهد. همچنین این گزینه به شما این امکان را خواهد داد تا اصلی‌ترین داده‌های پرت را شناسایی و نسبت به حذف آن‌ها تصمیم‌گیری کنید.

گام نهم: ذخیره سازی الگو تدوین شده

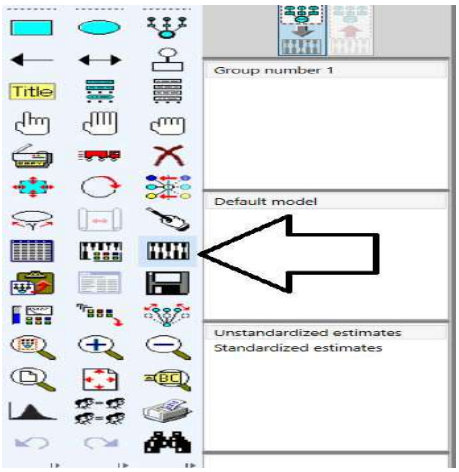
اکنون باید کار خود را ذخیره کنید تا قابلیت اجرا داشته باشد برای این منظور دکمه save را از جعبه ابزار انتخاب کنید تا پنجره Save As گشوده شود. مسیر دلخواهتان را برای ذخیره سازی فایل مشخص نموده و در کادر File Name نامی (مثلا: Functional foods) برای فایل خود انتخاب کنید و در نهایت دکمه save را کلیک کنید.



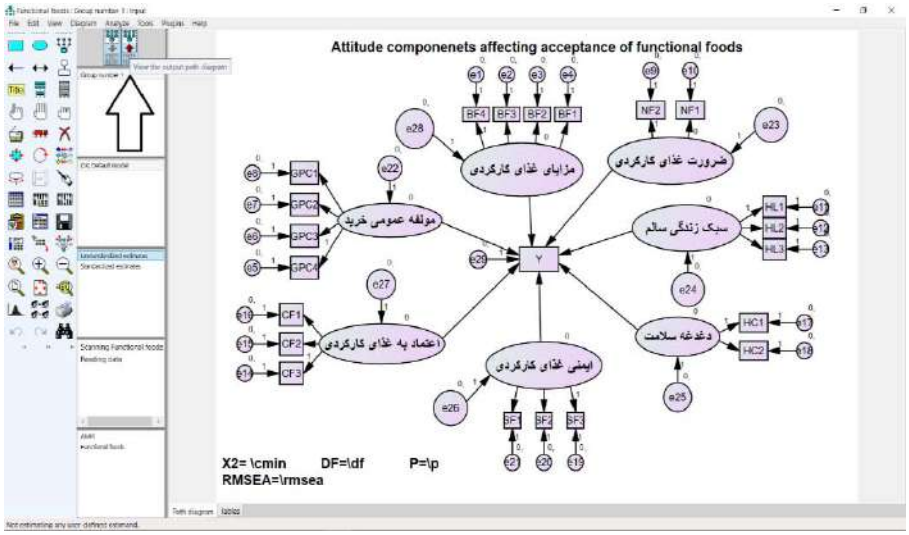
شکل ۳-۱۱۳: محل ذخیره‌سازی الگوی ساختاری

گام دهم: اجرای برنامه

اکنون الگو کاملاً آماده برای اجراست. اگر اشکالی در کار نباشد الگو با کلیک بر روی دکمه Calculate estimates که بالای دکمه Save در نوار ابزار است به سادگی اجرا می‌شود که نشانه اجرای آن روشن شدن دکمه diagram View the output path واقع در کادر اول از کادرهای شش‌گانه است. اما اگر خطایی صورت گرفته باشد، برنامه پیغامی مبنی بر خطای صورت گرفته می‌دهد و تا زمان رفع خطا از اجرای الگو جلوگیری می‌کند.

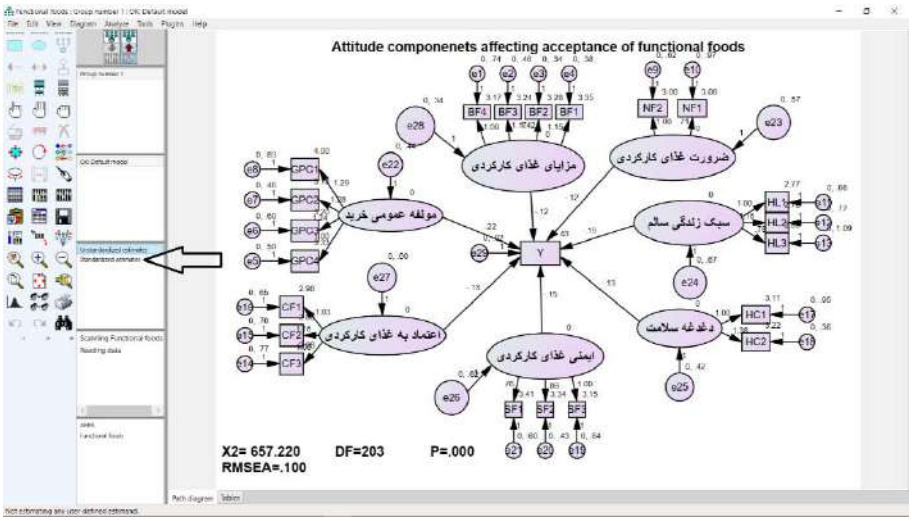


شکل ۳-۱۱۴: نشان اجرای تجزیه و تحلیل الگوی ساختاری



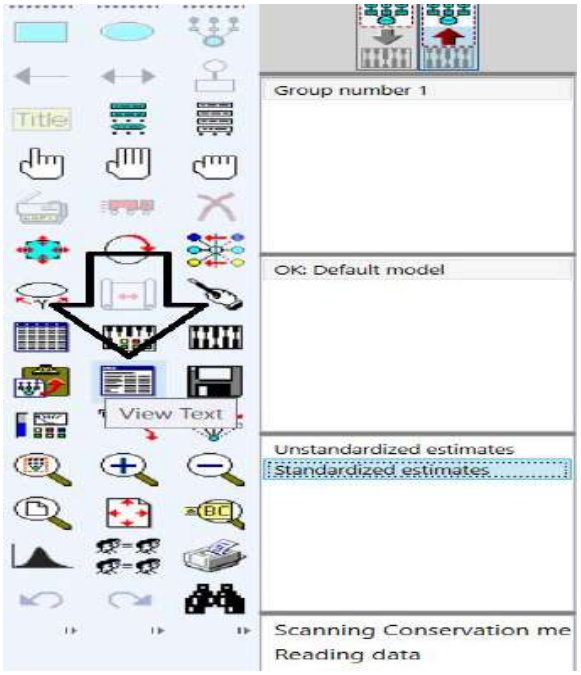
شکل ۳-۱۱۵: الگوی ساختاری غیراستاندارد

در این مرحله اگر بر روی دکمه View the output path diagram که به نشانه اجرای برنامه روشن شده کلیک کنید تمامی ضرایب و آماره‌ها نمایان می‌شوند. مشاهده می‌کنید که ضرایب غیر استاندارد هستند. با کلیک بر روی گزینه Standardized estimates واقع در کادر چهارم از کادرهای شش‌گانه تمامی ضرایب استاندارد می‌شوند. آماره RMSEA قابل قبول است زیرا رقم آن ۰/۱ می‌باشد. حال آن که ضریب P از آماره کای - اسکوئر مطلوب و قابل قبول نیست.

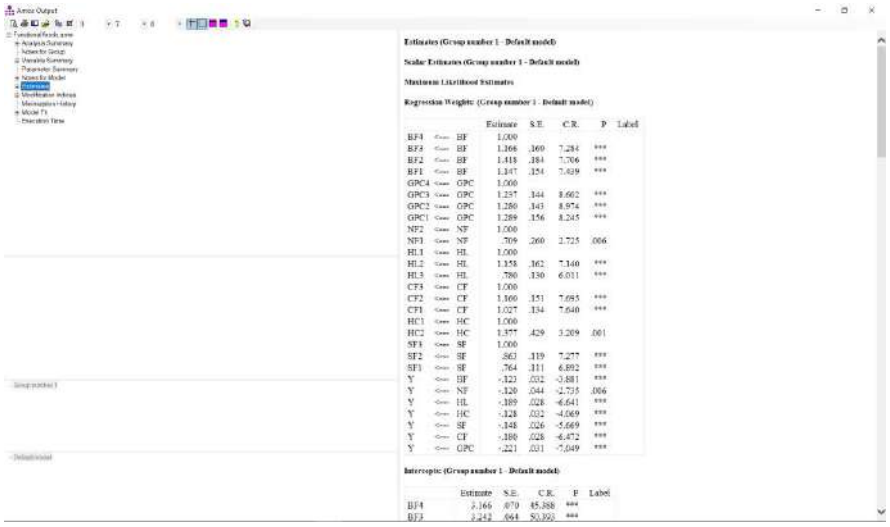


شکل ۳-۱۱۶: الگوی ساختاری استاندارد به همراه ضرایب و آماره‌ها

در این مرحله باید بررسی کرد که الگو به چه کارهای پیرایشی به منظور بهبود نیکـویی بـرازش نیازمند است. از این رو، درون نوار ابزار بر روی دکمه View Text کلیک کنید تا پنجره AMOS output که اصطلاحاً آن را پشت صحنه می‌نامند، باز شود. در این بخش بر روی گزینه Estimates کلیک کنید تا نرم‌افزار پیشنهادهای خود را برای پیرایش یا حذف یکسری روابط ارائه دهد. معمـولاً روابط با p (سطح احتمال) بالاتر از پنج درصد (فاقد معنی‌داری آماری در سطح پنج درصـد) حـذف می‌شوند.



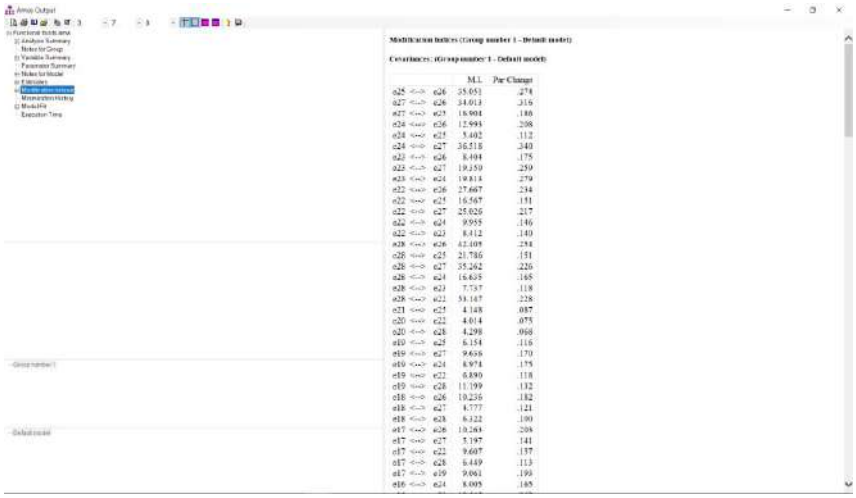
شکل ۳-۱۱۷: نشان مشاهده خروجی‌های حاصل از الگوی ساختاری



شکل ۳-۱۱۸: پنجره مربوط به تمامی خروجی‌های حاصل از الگوی ساختاری

آرایش الگو

مرحله بعد، مرحله آرایشی یا افزایش الگو است. در این مرحله، بررسی می‌شود که برنامه چه روابطی را پیشنهاد می‌کند که با افزودن آن‌ها به الگو، بهبود برازش الگو رخ می‌دهد. از این رو، در پنجره AMOS output که همچنان باز است گزینه Modification indices را انتخاب کنید. روابط آرایشی پیشنهادی نمایان می‌شود. توجه کنید که برای اجرای این پیشنهادها در الگو باید همخوانی با مبنای نظری و الگوی تجربی مدنظر باشد.

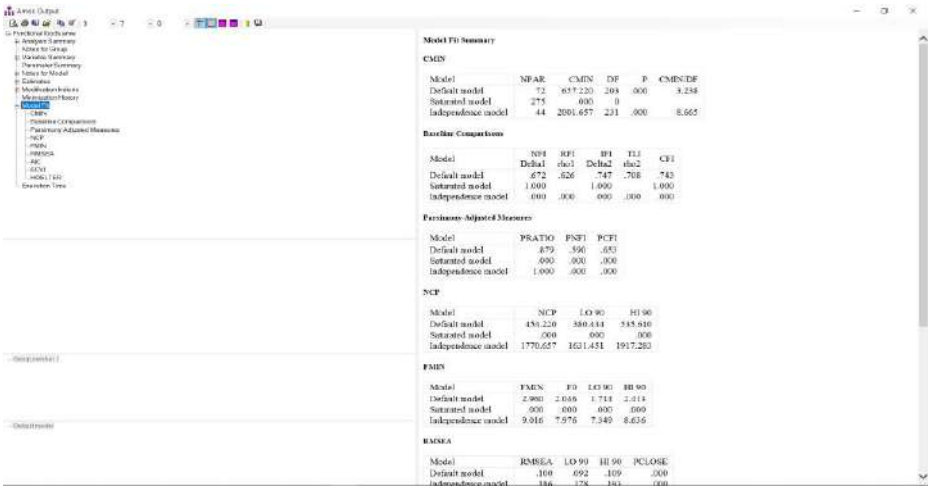


شکل ۳-۱۱۹: گزینه مربوط به آرایش الگوی ساختاری

گام دوازدهم: تحلیل شاخص‌های نیکویی برازش

جهت ارزیابی الگوی معادلات ساختاری، آزمون‌ها با شاخص‌های مختلفی وجود دارد که شاخص‌های برازندگی نامیده می‌شوند. همانطور که پیشتر ذکر شد، از مهم‌ترین شاخص‌هایی که در AMOS مورد تحلیل قرار می‌گیرند عبارتند از: کای اسکوئر یا خی دو، شاخص نیکویی برازش، شاخص نیکویی برازش اصلاح شده، شاخص برازش هنجار نشده یا شاخص برازش بنتلر- بونت، شاخص برازش تطبیقی، شاخص برازش افزایشی، ریشه میانگین مربعات خطای برآورد، کای اسکوئر هنجار شده به درجه آزادی و شاخص هلتر.

برای مشاهده شاخص‌های ذکر شده در نرم‌افزار، در پنجره AMOS output گزینه Model Fit را انتخاب کنید. بدین ترتیب تمام شاخص های مورد نظر به تفکیک برای شما نمایان می‌شوند.



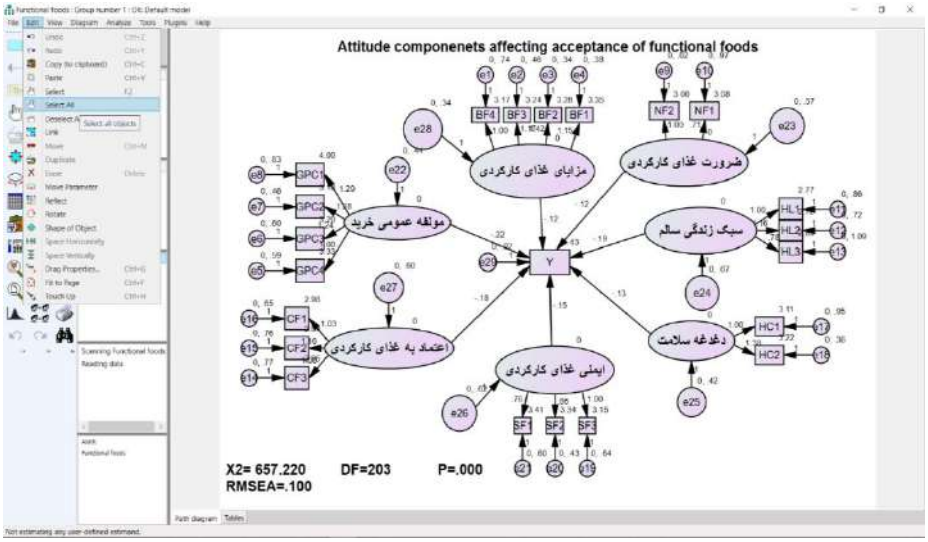
شکل ۳-۱۲۰: شاخص‌های نیکویی برازش الگوی ساختاری

*__نکته۱:__ برای تفسیر شاخص CMIN، باید به مقدار P (سطح احتمال) توجه شود. اگر این مقدار زیر ۰/۰۵ بود، به لحاظ آماری معنی‌دار است.

*__نکته۲:__ شاخص هولتر نشان می‌دهد که در سطح اطمینان ۹۵ درصد یا ۹۹ درصد، حداقل تعداد نمونه مورد نیاز چقدر است. برای مثال، در مورد غذای کاربردی، در سطح ۹۵ درصد ۵۳ مورد و در سطح ۹۹ درصد ۵۴ حداقل حجم نمونه مورد نیاز است. اما کاربرد فراوانی ندارد. زیرا این پیشنهاد پس از اتمام جمع‌آوری پرسشنامه توسط پژوهشگر به وی داده می‌شود.

گام سیزدهم: روش انتقال یک معادله ساختاری از AMOS به Word

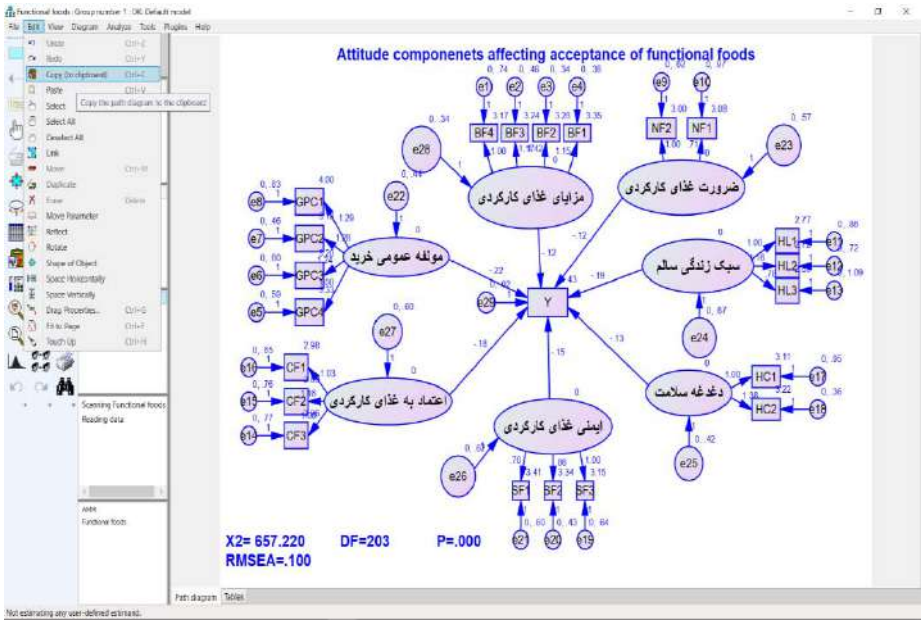
به منظور تحلیل الگو معادلات ساختاری و ارائه گزارش، باید الگـو رااز محـیط AMOS بـه محـیط Word ، انتقال داد. برای این منظور، پس از پایان کار الگوسازی، از منوی Edit گزینه Select All را انتخاب کنید.



شکل ۳-۱۲۱: انتخاب الگوی نهایی جهت انتقال به نرم‌افزار Word

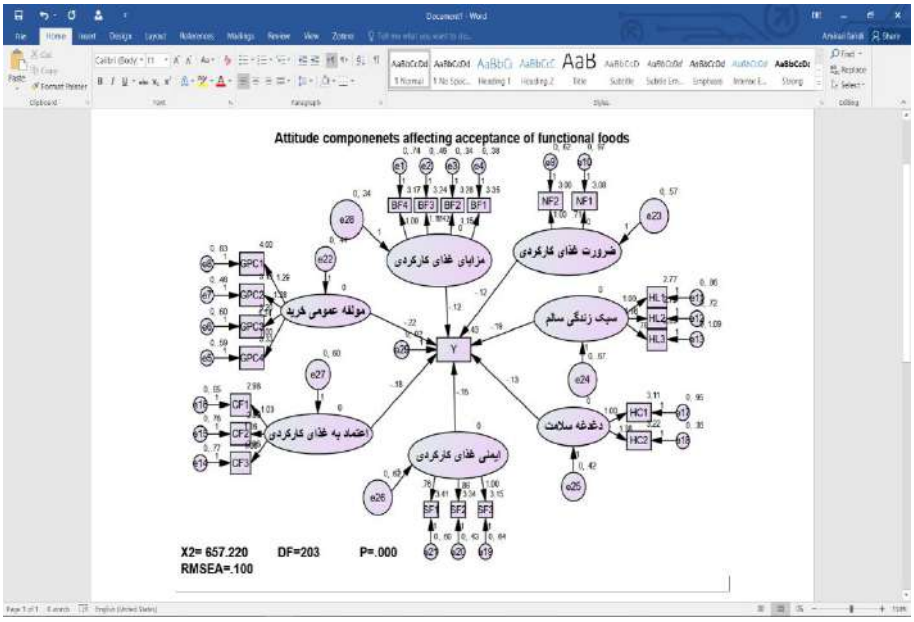
بدین ترتیب، کل الگو رنگی و انتخاب می‌شود تا از روی آن Copy بردارید.

مجدداً وارد منوی Edit شده، این بار زیر منوی copy (to clipboard) را کلیک کنید. بـا ایـن کار از روی تمام قسمت‌های الگوی خود، کپی تهیه کرده‌اید.



شکل ۳-۱۲۲: الگوی انتخاب شده و آماده انتقال

اکنون از قسمت Start رایانه خود، برنامه Word را از لیست برنامه‌ها پیدا کرده و باز کنید. با زدن دکمه Paste، فایل مورد نظرتان در محیط Word، کپی می‌شود.



شکل ۳-۱۲۳: الگوی منقل شده به نرم‌افزار Word

محیط Word به شما این امکان را می‌دهد تا هر میزان گزارشی که لازم می‌دانید زیر الگوی کپی شده بنویسید.

نحوهٔ گزارش شاخص‌های برازش مستخرج از نرم‌افزار AMOS در پژوهش‌های علمی

پس از برآورد الگوی ساختاری و حصول ضرایب و معیارهای مختلف در نرم‌افزار AMOS، باید نتایج حاصل را در مقاله خود گزارش کنید. با این کار به خواننده این اطمینان را می‌دهید که با توجه به معیارهای به دست آمده از نرم‌افزار AMOS، الگوی شما از تناسب یا نیکویی قابل قبولی برخوردار است.

در شکل زیر نمونه‌ای از گزارش شاخص‌های به‌دست آمده توسط نرم‌افزار AMOS که در یکی از مقالات معتبر مورد استناد بوده، نمایش داده شده است:

جدول ۳-۵: جدول گزارش شاخص‌های AMOS در یک مقاله علمی

نام شاخص	مقدار عددی شاخص	مقدار پیشنهادی	رد یا قبول شاخص
$\chi 2$	۳/۲۹	۳> برازش خوب ۵ > برازش منطقی	قبول
RMSEA	۰/۱	۰/۰۵> برازش خوب ۰/۱ > برازش منطقی	قبول
NFI	۰/۷	بالاتر از ۰/۹	رد

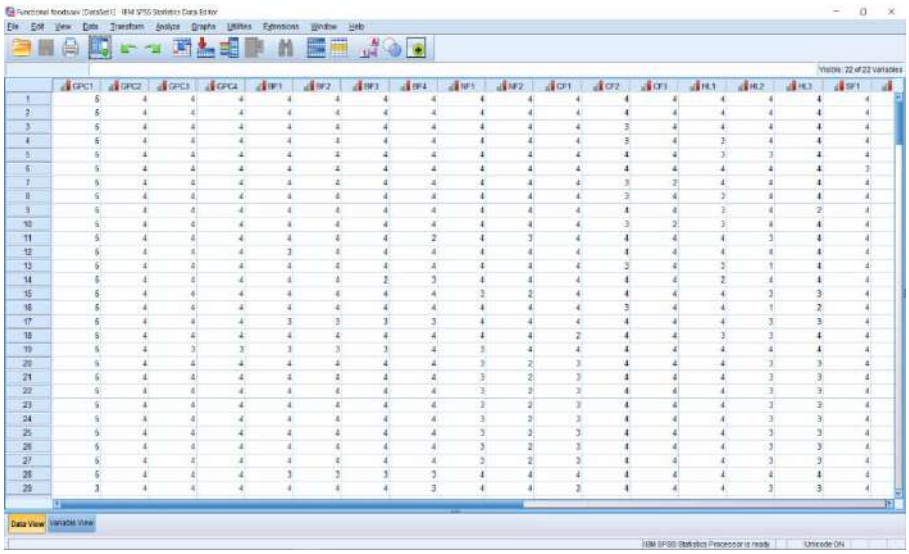
با توجه به محتویات جدول ۳-۴، دو شاخص کای اسکویر ($\chi 2$) و RMSEA قبول و شاخص NFI به دلیل قرار نگرفتن در بازه مجاز رد می‌شود.

در بخش بعدی، به ارائه مثال کاربردی (پذیرش غذاهای کاربردی) با نرم‌افزار Smart-PLS$_3$ پرداخته و چگونگی گرفتن خروجی و سایر مراحل اجرای الگوی معادلات ساختاری ارائه می‌شود.

نحوهٔ آماده‌سازی و ورود داده‌ها به نرم‌افزار

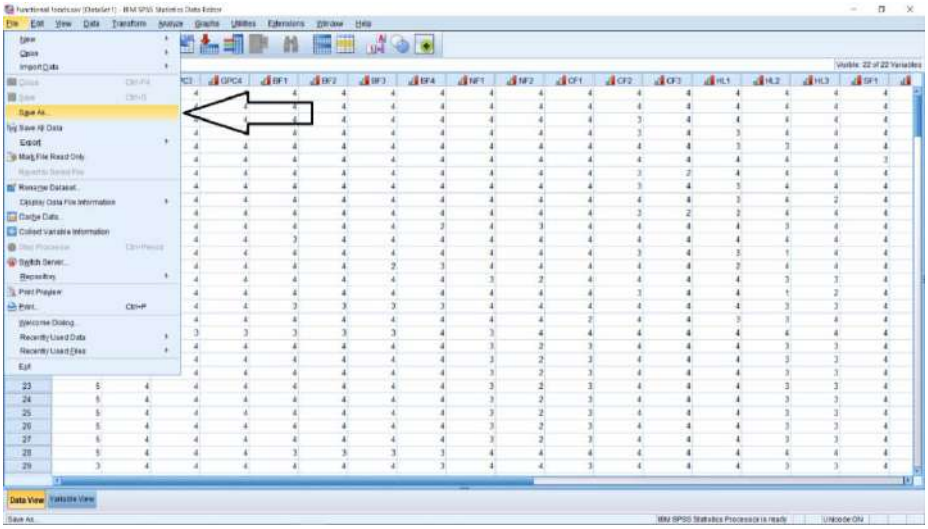
همانطور که در مثال اقدامات حفاظتی آب وخاک مشاهده کردید، داده‌های مورد استفاده در نرم‌افزار Smart-PLS باید به فرمت CSV باشد. ابتدا فایل داده هایتان را که با فرمت SPSS ذخیره کرده‌اید را باز کنید. در اینجا فایل داده‌های مربوط به پژوهش«عوامل نگرشی مؤثر بر

پذیرش غذای کاربردی توسط ساکنان شهر رشت» که تحت عنـوان Functional foods. Sav در SPSS ذخیره شده است، مورد استفاده قرار خواهد گرفت.



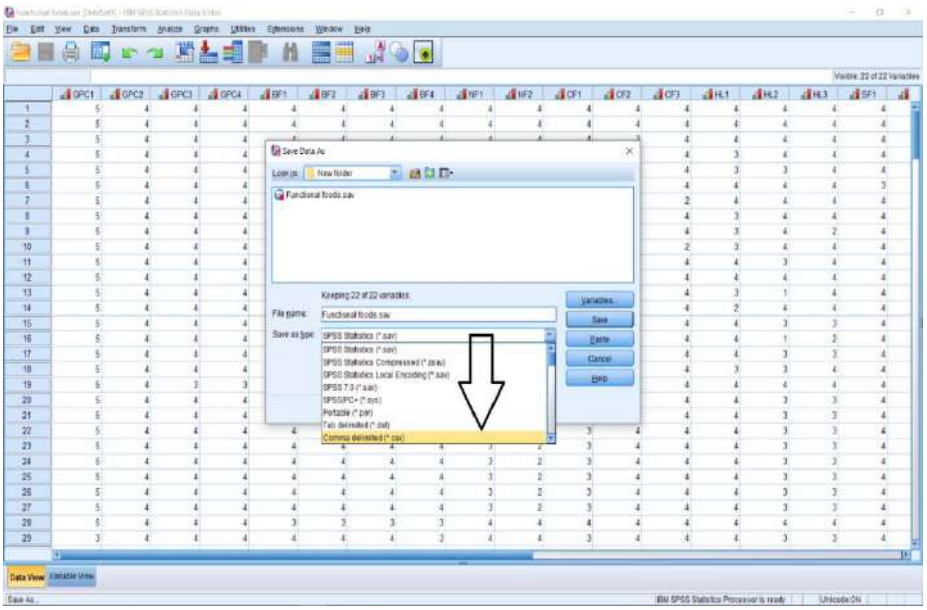
شکل ۳-۱۲۴: نمای داده‌ها در نرم‌افزار SPSS

برای تبدیل داده‌های خام SPSS بـه فرمـت CSV ابتـدا بـرروی File کلیـک کـرده و از بـین گزینه‌های آن Save As را انتخاب کنید



شکل ۳-۱۲۵: نحوه اجرای ذخیره مجدد و تغییر فرمت فایل داده

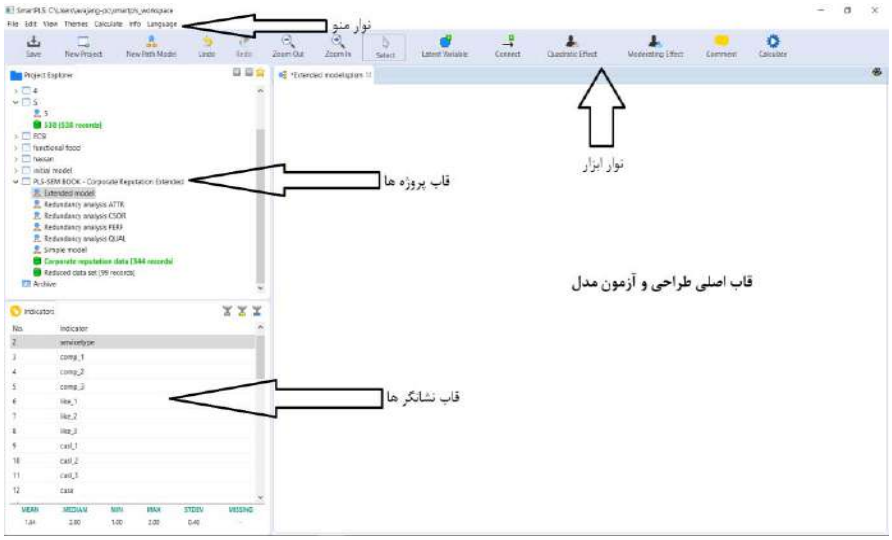
پنجره Save Data As باز می‌شود، در قسمت Look in محل ذخیره فایل خود را مشخص کنید، در قسمت File name نیز برای فایل خود یک نام انتخاب کنید (نام Functional foods انتخاب شد). سپس از لیست پایین افتادنی Save as type گزینه Comma delimited (*csv) را انتخاب نموده و بر روی گزینه Save کلیک کنید، اکنون فایل با فرمت CSV در محل مورد نظر ذخیره شده است



شکل۳-۱۲۶: تغییر فرمت فایل داده‌ها

ورود داده‌ها جهت تحلیل

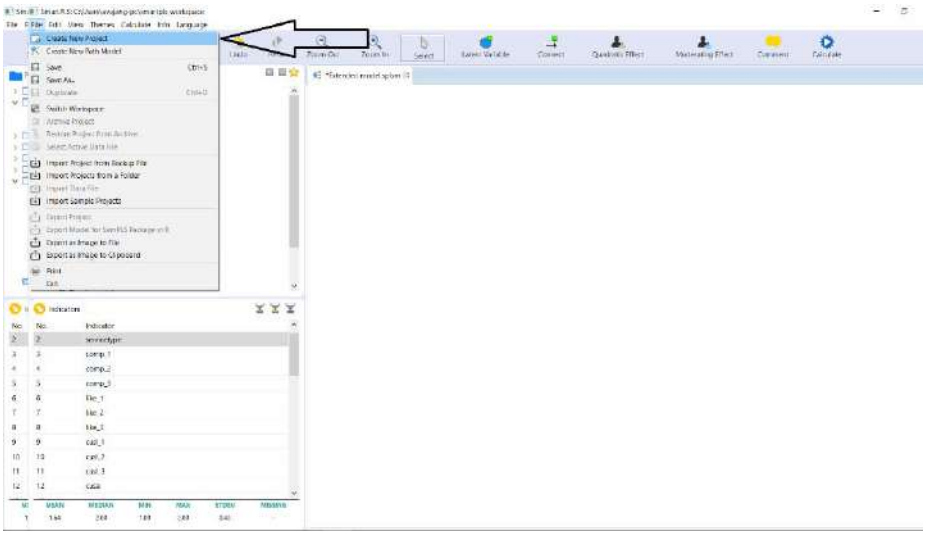
برای ورود داده‌ها به نرم‌افزار ابتدا برنامه را اجرا کنید. محیط نرم‌افزار دارای امکانات زیر است:



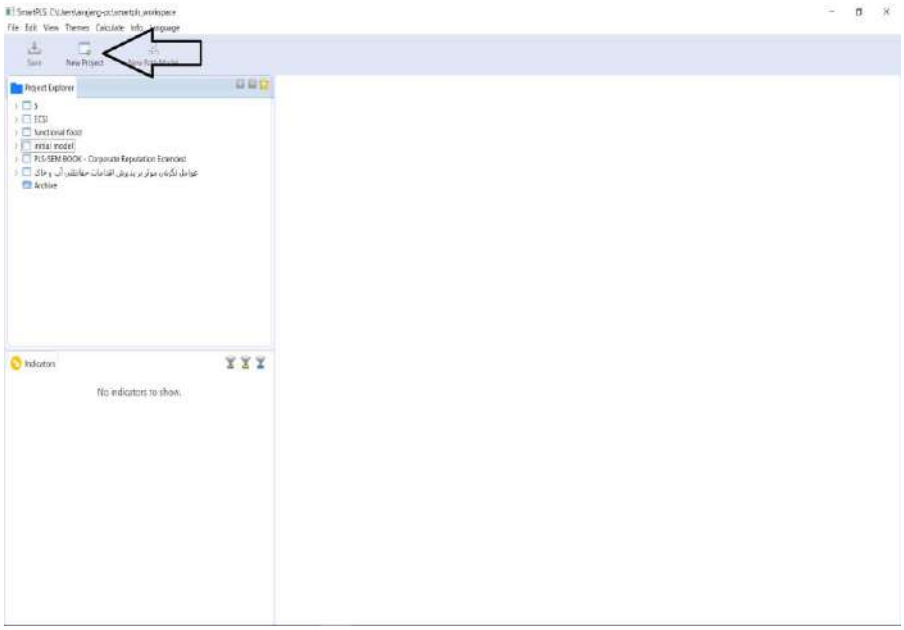
شکل۳-۱۲۷: نمای کلی نرم‌افزار Smart-PLS

برای ورود داده‌ها و تعریف پروژه جدید، بر منوی File کلیک کرده و در بخش New گزینه Create New Project را انتخاب کنید

همچنین با انتخاب گزینه New Project می‌توانید نسبت به ایجاد پروژه جدید اقدام کنید.

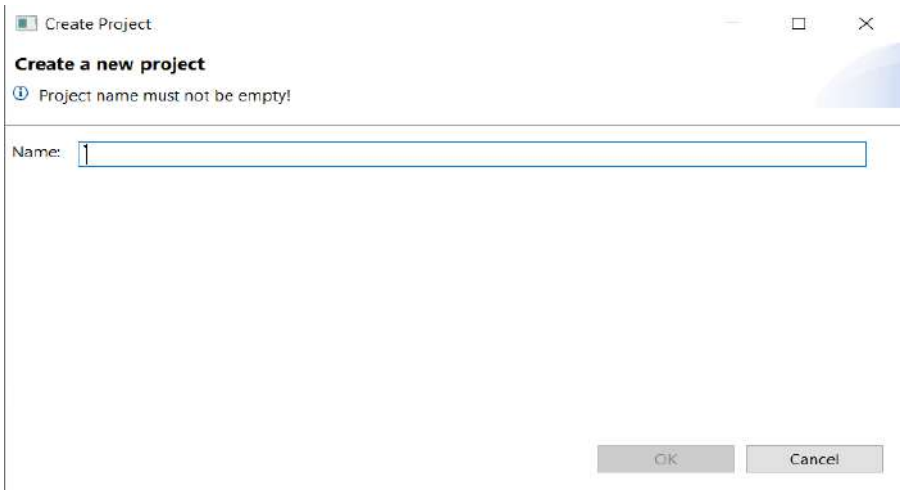


شکل۳-۱۲۸: نحوه انتخاب گزینه ایجاد پروژه جدید



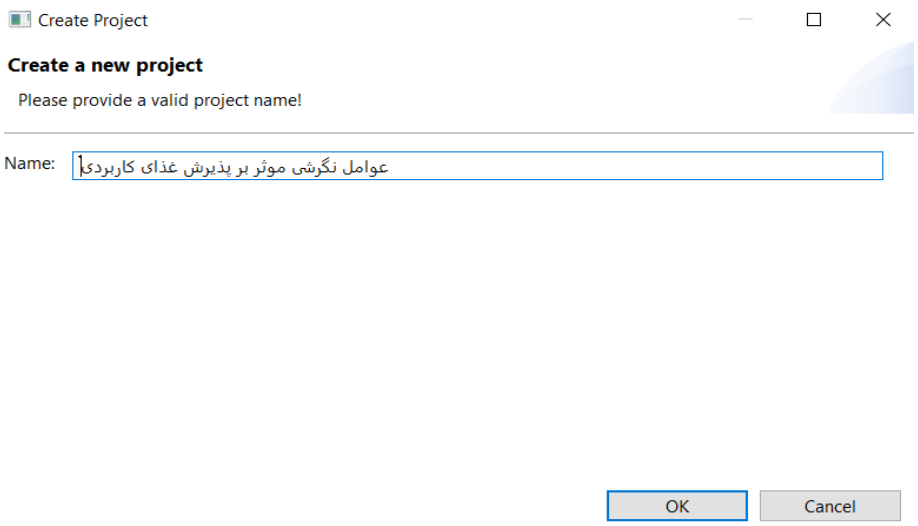
شکل۳-۱۲۹: نحوه انتخاب گزینه ایجاد پروژه جدید

در کادری که باز می‌شود در فیلد Name نام پروژه‌تان را بنویسید.



شکل ۳-۱۳۰: انتخاب نام برای پروژه

در کادر زیر در فیلد مربوطه پروژه غذای کاربردی تحت عنوان «عوامل نگرشی موثر بر پـذیرش غذای کاربردی» نام‌گذاری شد. پس از انتخاب نام پروژه بر روی گزینه OK کلیک کنید.

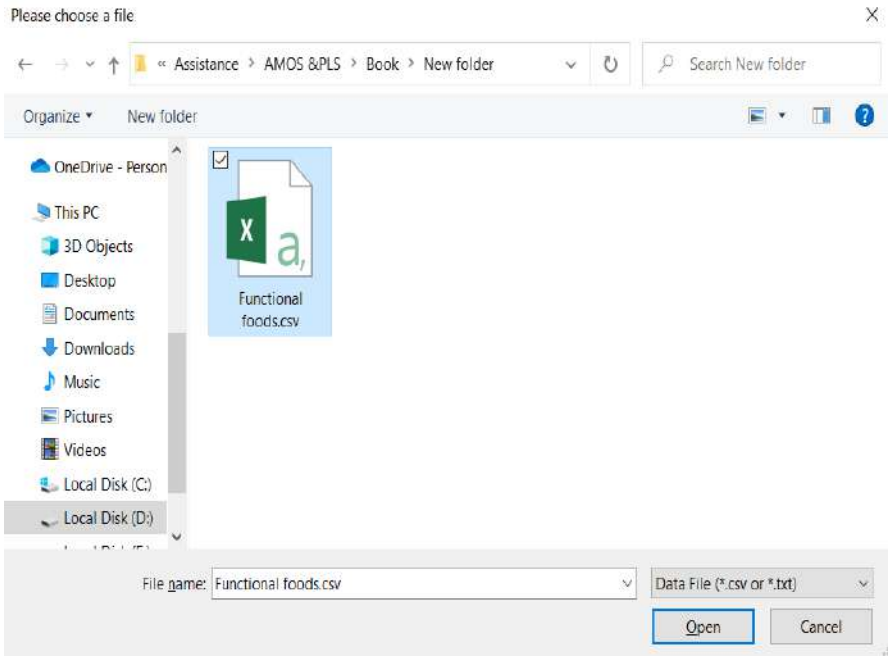


شکل۳-۱۳۱: نام انتخاب شده برای پروژه اقدامات حفاظتی آب و خاک

پس از فشردن گزینه OK در قسمت قبلی، اسم پروژه در قاب پروژه‌ها نمایان می‌شود و در کنار سایر پروژه‌هایی که تاکنون به نرم‌افزار معرفی شده‌اند، قرار می‌گیرد.

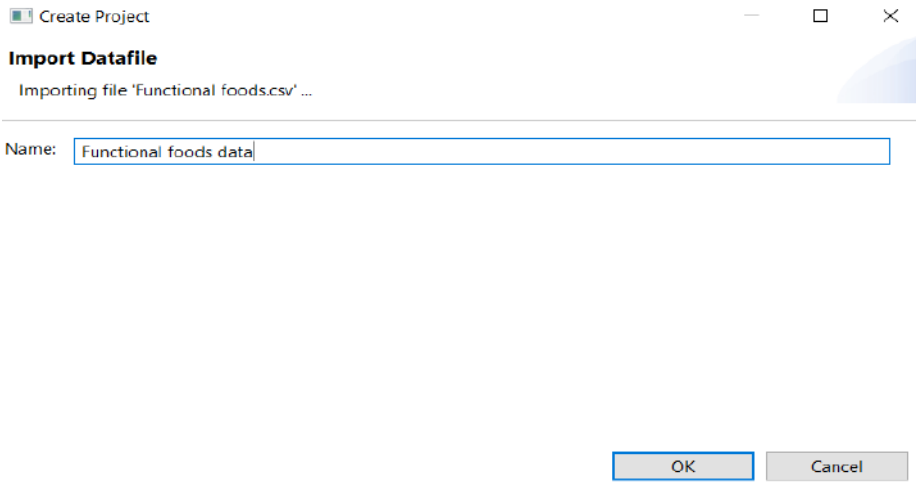
شکل۳-۱۳۲: اضافه شدن پروژه جدید در قاب پروژه‌ها

اکنون باید داده‌ها را که در قسمت اول به فرمت CSV ذخیره کرده‌اید، به نرم‌افزار معرفی کنید. بدین منظور گزینه Double-click to import data که در ذیل نام پروژه در قاب پروژه‌ها قرار دارد (شکل۳-۴۶) را انتخاب کنید. در پنجره‌ای که نمایش داده می‌شود، به محلی که فایل داده‌ها را در آن ذخیره کرده‌اید، رفته و بعد از انتخاب فایل، Open را بزنید. اگر داده‌ها نمایش داده نشد از لیست پایین افتادنی Data file گزینه CSV Files (*.csv) را انتخاب نمایید.



شکل۳-۱۳۳: معرفی داده‌ها به نرم‌افزار

در پنجرهٔ بعدی که گشوده می‌شود، نرم‌افزار از شما می‌خواهد تا نامی را برای فایل داده‌ها در نظر بگیرید. بدین منظور در جعبه Name، نام Functional foods data برای داده‌ها انتخاب شد. در نهایت، گزینه OK را انتخاب کنید.



شکل ۳-۱۳۴: انتخاب نام برای فایل داده معرفی شده به نرم‌افزار

اکنون اگر به قاب پروژه‌ها نگاه کنید، در ذیل نام پروژه، نام فایل داده و تعداد مشاهدات آن با رنگ سبز مشخص شده است. هیچ داده مفقود شده‌ای وجود ندارد و داده‌ها کامل می‌باشند. اگر غیر از این بود، داده‌های خود را مجدد بررسی کنید.

شکل ۳-۱۳۵: فایل داده مربوط به پروژه غذای کاربردی

اکنون پروژه آماده اجراء است.لازم است، به چند نکته توجه داشته باشید:

الف) هر سازه پنهان با یک یا چند سؤال پرسشنامه که گویه‌های سازه پنهان‌انـد، انـدازه‌گیـری می‌شوند.

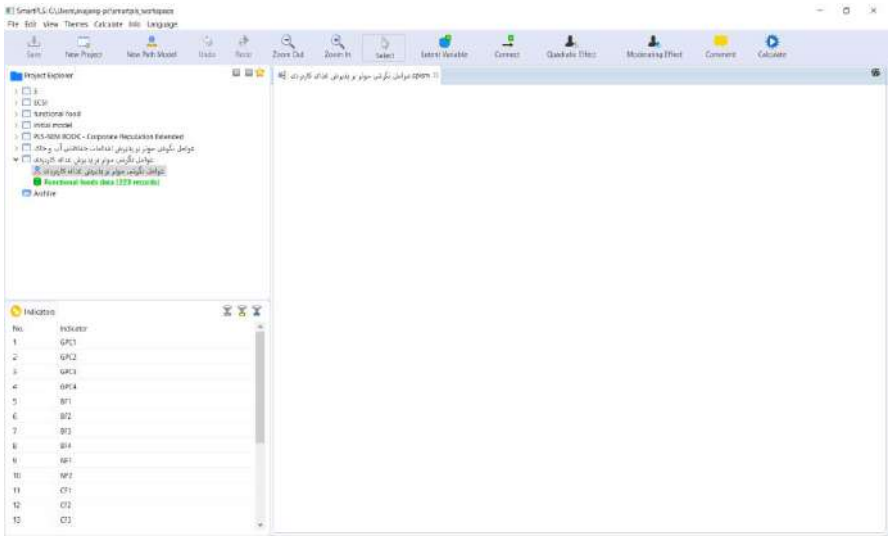
ب) در الگوسازی معـادلات سـاختاری پرسـش‌هـا بـه‌عنـوان متغیرهـای مشـاهده شـده تلقـی می‌شوند.

در قاب Project explore روی علامت > کنار نام پروژه تان در این مثال: (عوامل نگرشی موثر بر پذیرش غذای کاربردی) کلیک کنید تا باز شود:

شکل ۳-۱۳۶: نمایش اطلاعات مربوط به پروژه

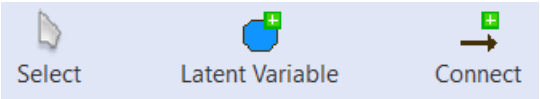
بعد از نمایان شدن اطلاعات پروژه و همچنین داده‌ها روی فایل پروژه‌تان که در کنار آن علامت قرار دارد (در اینجا عوامل نگرشی مؤثر بر پذیرش غذای کاربردی) دوبار کلیک کنید.

در قاب اصلی طراحی و آزمون الگو (سمت راست صفحه) فایل پروژه (در اینجا: عوامل نگرشـی موثر بر پذیرش غذای کاربردی) باز می‌شود. در قسمت Indicators (سمت چپ پایین) متغیرهـای مشاهده شده موجود در فایل داده ها نمایان می‌شوند.



شکل ۳-۱۳۷: انتخاب پروژه و شروع عملیات رسم الگو

طراحی الگو نظری با استفاده از سه ابزار یا حالت زیر انجام می‌گیرد. این سه ابزار هم در منـوی ابزار در دسترس هستند و هم می‌توان از طریق منوی Edit نیز به آن‌ها دسترسی یافت.



شکل۳-۱۳۸: ابزار پیوند/ ابزار رسم سازه پنهان/ ابزار انتخاب

الف) ابزار رسم سازه پنهان: با استفاده از این ابزار، سازه‌های پنهان الگو، طراحی و در قـاب اصلی طراحی الگو درج می‌شوند.

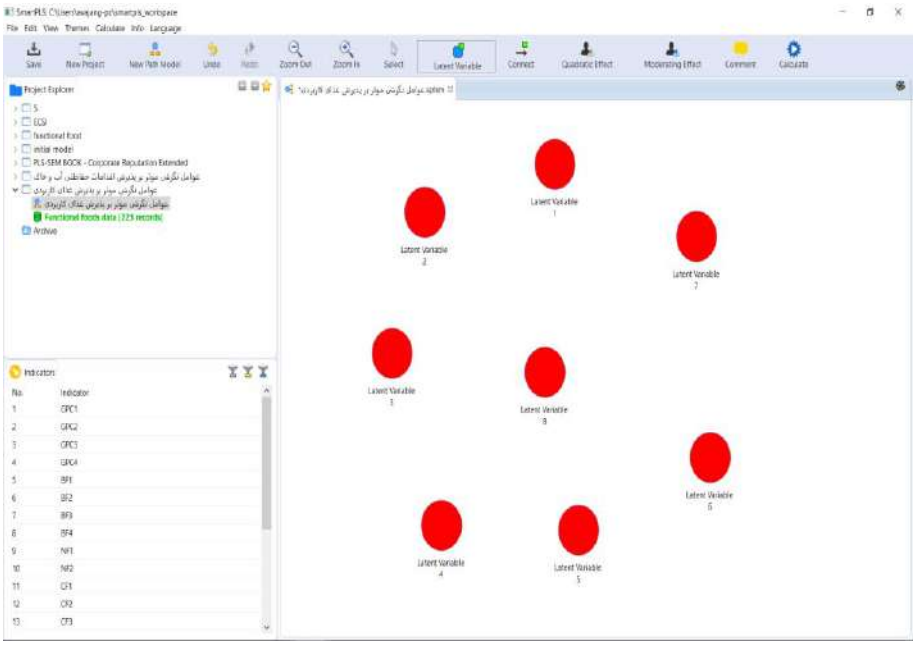
ب) ابزار انتخاب: با استفاده از این ابزار، سازه‌های پنهان، متغیرهای مشاهده شده و مسـیرهـای بین متغیرها را می‌توان جابه‌جا یا اصلاح کرد و نیز اندازه آن‌ها را تغییر داد.

ج) ابزار پیوند دادن: با استفاده از این ابزار، رابطه یا مسـیرهـای علّـی بـین سـازه‌هـای پنهـان طراحی می‌شود.

شیوه طراحی الگو نظری

برای طراحی الگوی نظری خود با کلیک کردن بر روی

در قسمت نوار ابزار یا از منوی Edit آن را انتخاب نموده و در قاب اصلی طراحی الگو به تعداد سازه‌های پنهانی که دارید به دلخواه، در هر مکانی از قاب کلیک کرده و سازه‌های پنهان را (نظیر تصویر زیر) ترسیم نمایید. هر متغیر تحت عنوان Latent Variable همراه با یک شماره ایجاد می‌شود (شکل ۳-۱۳۹). با توجه به وجود ۸ سازه پنهان در الگوی مثال کاربردی ۸ بار در فضای مشخص شده کلیک شد.



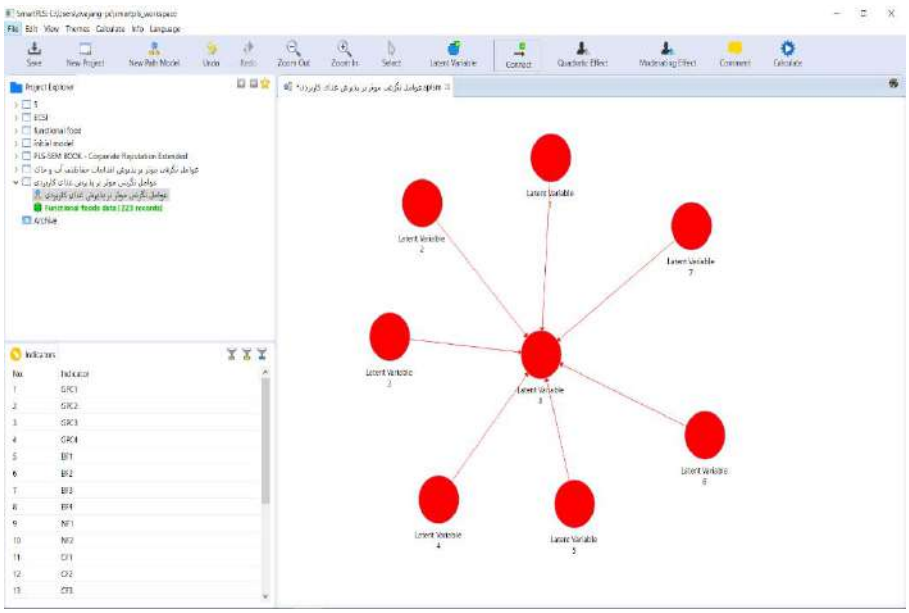
شکل ۳-۱۳۹: رسم سازه‌های پنهان الگو به صورت اولیه

توجه داشته باشید پس از ترسیم و اضافه نمودن همه سازه‌های پنهان، بایستی با کلیک بر روی یکی از دو ابزار انتخاب یا پیوند در منوی ابزار، از حالت درج و طراحی خارج شوید تا به اشتباه سازه‌های دیگری را به الگو اضافه نکنید.

سپس با کلیک کردن بر

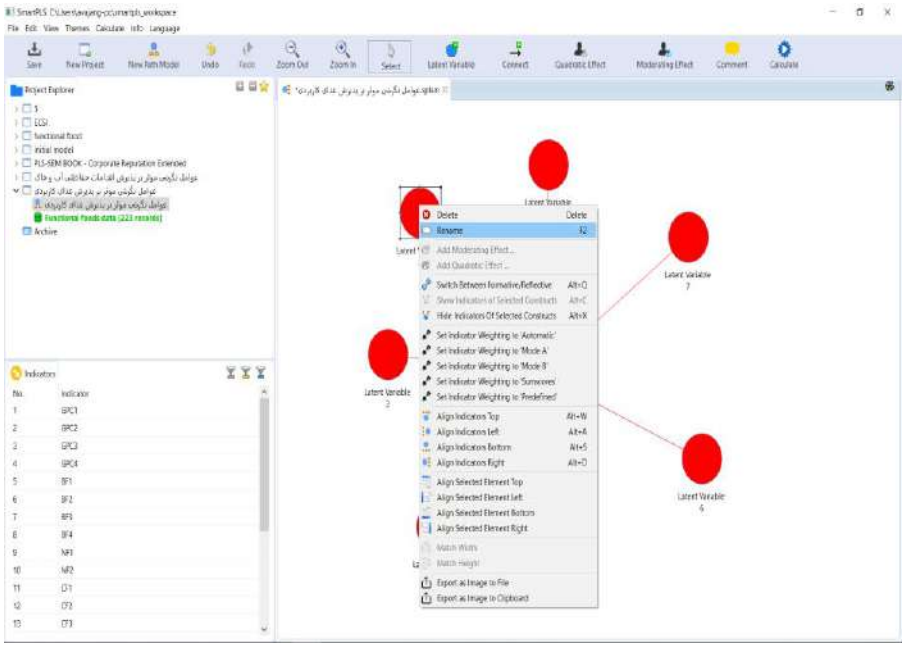
مسیر علّی بین سازه‌های پنهان را ترسیم کنید. بدین منظور پس از کلیک کردن بر گزینه مزبور، بر روی سازه‌ای که می‌خواهید جهت تأثیر آن را مشخص کنید، کلیک کرده و اشاره‌گر موشواره را نگه داشته و آن را به سمت سازه‌ی که قصد دارید

تأثیر متغیر مبدأ را بر آن نشان دهید، بکشید تا خط فلش دار آن دو را به هم وصل کند. برای سایر سازه‌ها نیز همین کار را تکرار کنید.



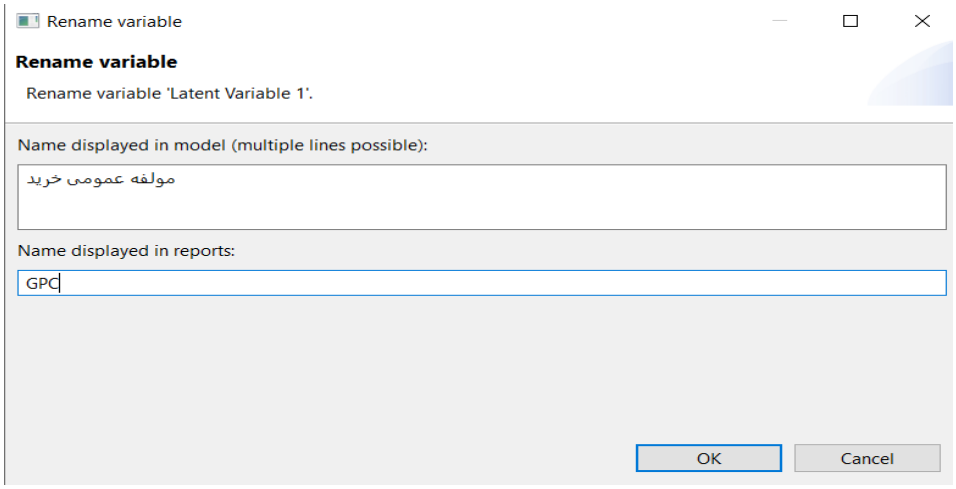
شکل ۳-۱۴۰: رسم مسیرهای الگوی ساختاری

پس از اتمام این مرحله، نوبت به نام‌گذاری سازه‌ها می‌رسد، برای این کار لازم است بر روی سازهٔ که قصد نام‌گذاری آن را دارید، راست کلیک کرده و در منویی که ظاهر می‌شود، گزینه Rename را انتخاب کنید یا پس از انتخاب سازه، دکمه F2 بر روی صفحه کلید خود را انتخاب کنید

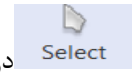


شکل ۳-۱۴۱: نحوه انتخاب نام برای سازه پنهان

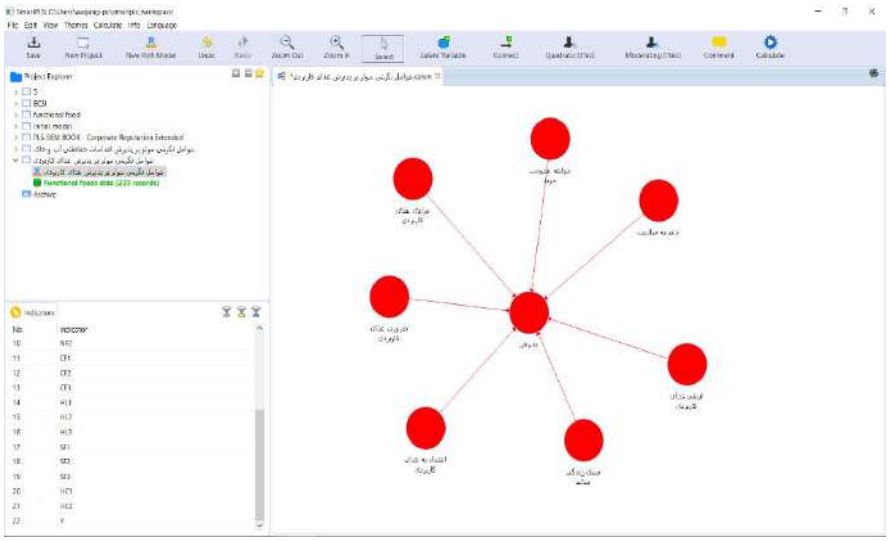
با انتخاب این منو، کادری با عنوان Rename Vaviable باز می‌شود که در داخل آن یک نام به‌صورت پیش‌فرض وجود دارد که به جای آن بایستی نام مدنظر برای سازه پنهان را بنویسید. در این پنجره نرم‌افزار این امکان را می‌دهد که دو نام برای سازه خود انتخاب کنید. در کادری که عنوان آن Name displayed in model می‌باشد، می‌تواند نام کامل متغیر را خواه فارسی یا انگلیسی، برای نرم‌افزار تعریف کنید که این نام در الگو اصلی شما نمایش داده می‌شود. در کادر با عنوان Name displayed in reports، نامی که در خروجی‌های نرم‌افزار نمایش داده خواهد شد را به نرم‌افزار معرفی می‌کنید که ترجیحاً برای راحتی کار از حروف اختصاری انگلیسی استفاده کنید. این کار را برای تمامی سازه‌های پنهان خود انجام دهید.



شکل ۳-۱۴۲: انتخاب نام برای سازه پنهان

جابه‌جایی سازه‌ها: با کلیک کردن بر روی دکمه 

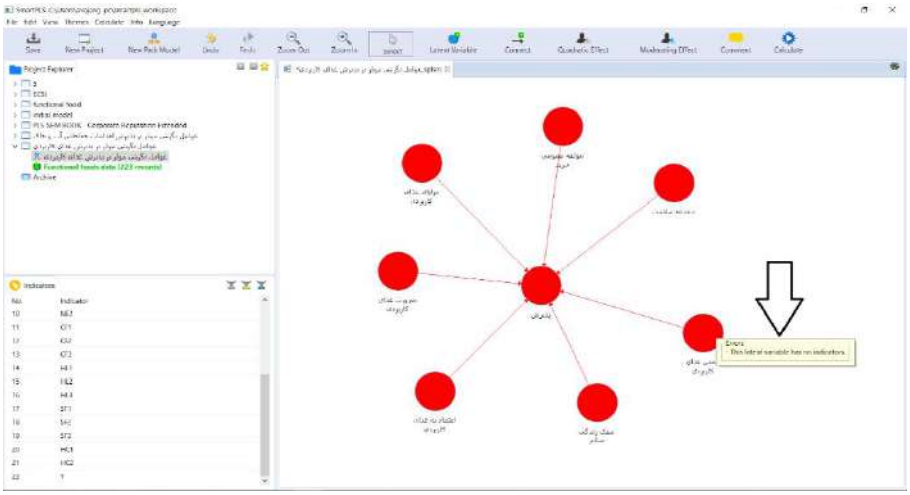
در نوار ابزار و سپس کلیک کـردن بر روی هر کدام از سازه‌ها در قاب اصلی، آن‌ها را به هر سو که مایلید بکشید و جابه‌جا کنید.



شکل ۳-۱۴۳: نحوه جابه‌جایی سازه‌های الگوی ساختاری

برای تغییر اندازه دایره‌ها نیز با کلیک کردن بر روی هر متغیر، مستطیلی در اطراف آن فعال می‌شود، زمانی که اشاره‌گر موشواره را روی نقاط سیاه رنگ مستطیل قرار داده و دکمه سمت چپ آن را ثابت نگه دارید، اشاره‌گر به فلش دوسری تبدیل می شود و می‌توانید مستطیل را به هر جهتی که می‌خواهید بکشید تا اندازه‌های دایره را تغییر دهید.

نکته: تا اینجا رنگ دایره‌ها قرمز است و اگر اشاره‌گر موشواره را روی هر کدام از آنها نگه دارید، مانند شکل۳-۱۴۴، نقص‌های الگو را نشان می‌دهد زیرا هنوز الگو کامل نشده است.

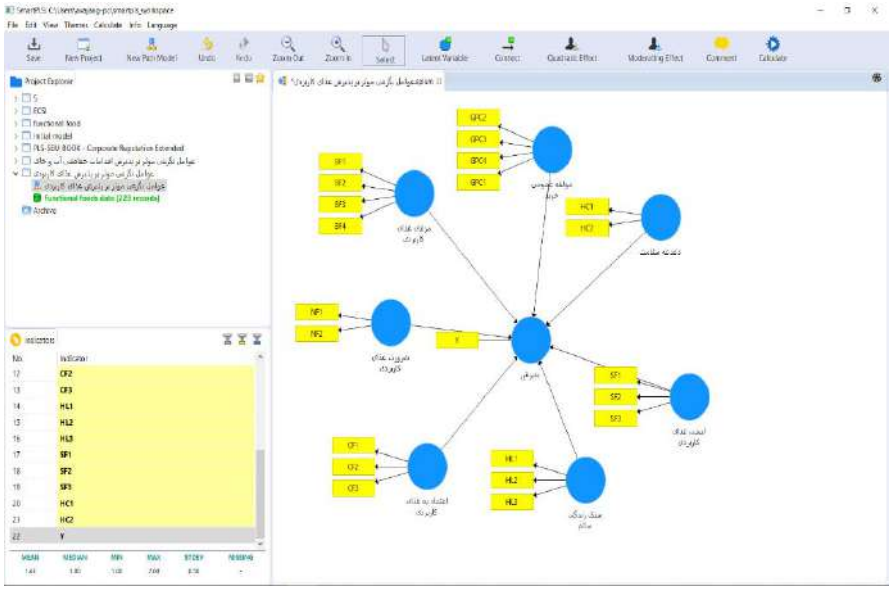


شکل ۳-۱۴۴: پیغام نرم‌افزار مبنی بر ناقص بودن الگو

برای معرفی گویه‌ها به سازه‌های پنهان یا به عبارتی اضافه نمودن متغیرهای مشاهده شده یا نشانگرها (سؤالات پرسشنامه) به الگو، در قاب نشانگرها یا indicators بر روی هر کدام از متغیرهای مشاهده شده کلیک کرده و با نگه داشتن دکمه چپ موشواره بر روی هر کدام از گویه‌ها، آن را به سمت سازه پنهان مربوطه در قاب اصلی طراحی الگو کشانده و در درون دایره مربوطه رها کنید تا به آن الحاق یابد. برای تمامی سازه‌ها این کار را تکرار کنید.

نکته: می‌توانید با استفاده از پایین نگه داشتن کلید shift و کلیک کردن بر روی متغیر مشاهده شده و انتخاب گروهی از متغیرهای مشاهده شده مربوط به یک سازه پنهان، همه آن‌ها را از طریق نگه داشتن دکمه چپ موشواره به سمت سازه پنهان مربوطه در قاب اصلی طراحی الگو کشانده و در درون دایره مربوطه رها کنید تا به آن الحاق یابند.

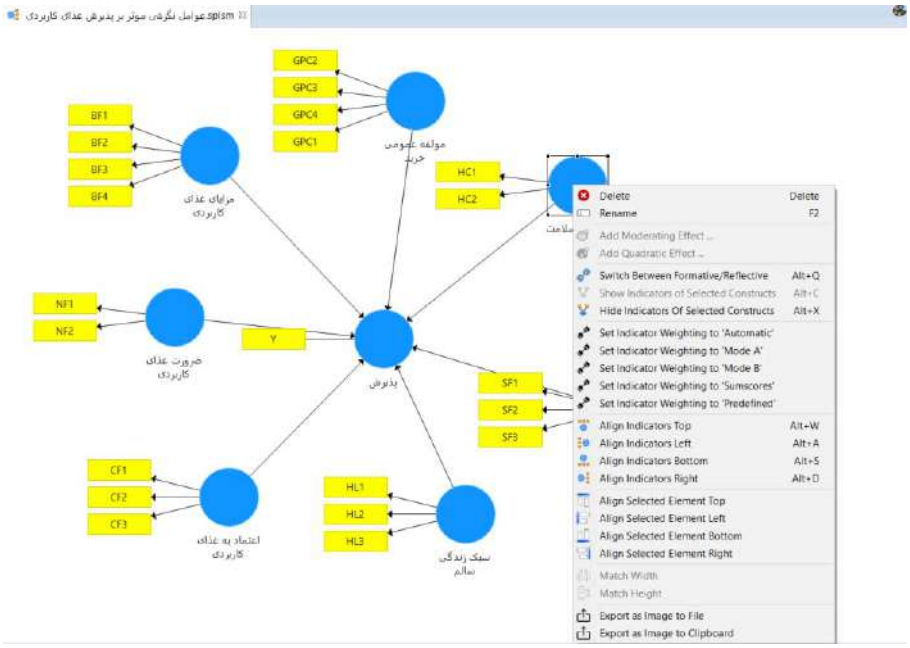
پس از الحاق متغیرهای مشاهده شده به سازه‌های پنهان رنگ قرمز دایره‌ها به آبی و رنگ قرمز فلش‌ها به سیاه تغییر می‌یابد، چون الگو کامل شده و برای اجراء آماده است.



شکل ۳-۱۴۵: الگو ساختاری پس از افزودن متغیرهای مشاهده شده

نحوهٔ آرایش الگو

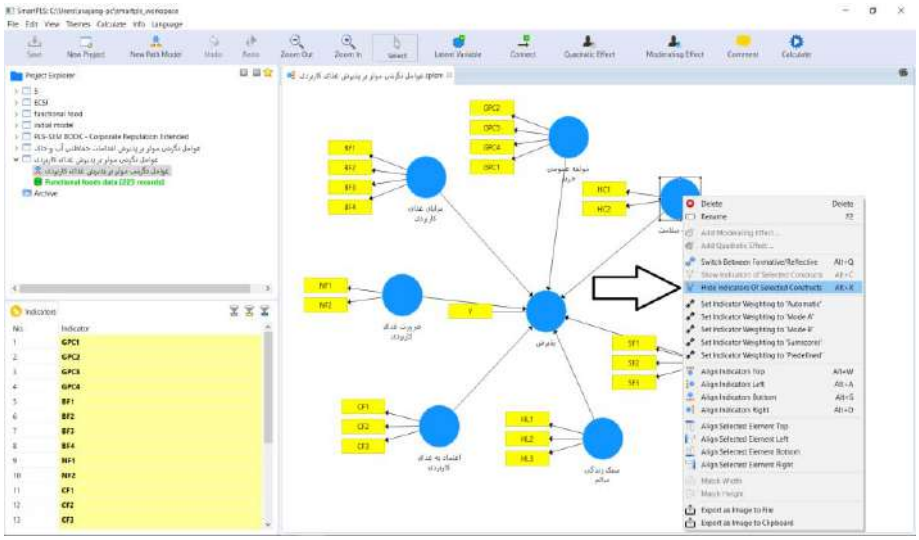
از طریق راست کلیک کردن بر روی هر کدام از سازه‌های پنهان، به راحتی می‌توانید به آرایش الگوی ساختاری خود بپردازید. به این منظور، ابتدا هر سازه‌ای که قصد آرایش آن را دارید با استفاده از گزینه Select در نوار ابزار انتخاب کنید و سپس کلید سمت راست موشواره را فشار دهید.



شکل ۳-۱۴۶: نحوه دسترسی به منوی آرایش الگوی ساختاری

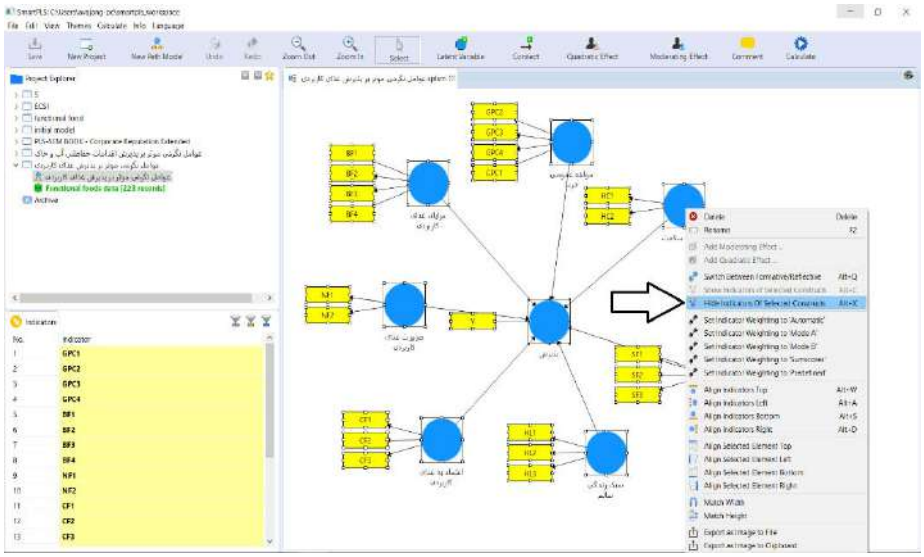
اقدامات آرایشی که به در شکل شماره (۳-۱۴۴) مشاهده می‌کنید به شرح زیر می‌باشد:

الف) آشکار یا پنهان کردن متغیرهای مشاهده شده سازه: اگر بر گزینه‌های Hide Indicators Of Selected Constracts یا Show Indicators Of Selected Constracts کلیک کنید، متغیرهای مشاهده شده آن سازه، پنهان یا نمایش داده می‌شوند. زمانی که تعداد متغیرها زیاد است و نیز متغیرهای مشاهده شده‌ی زیادی در الگو وجود دارید، با پنهان کردن آن‌ها از شلوغی صفحه جلوگیری کنید.



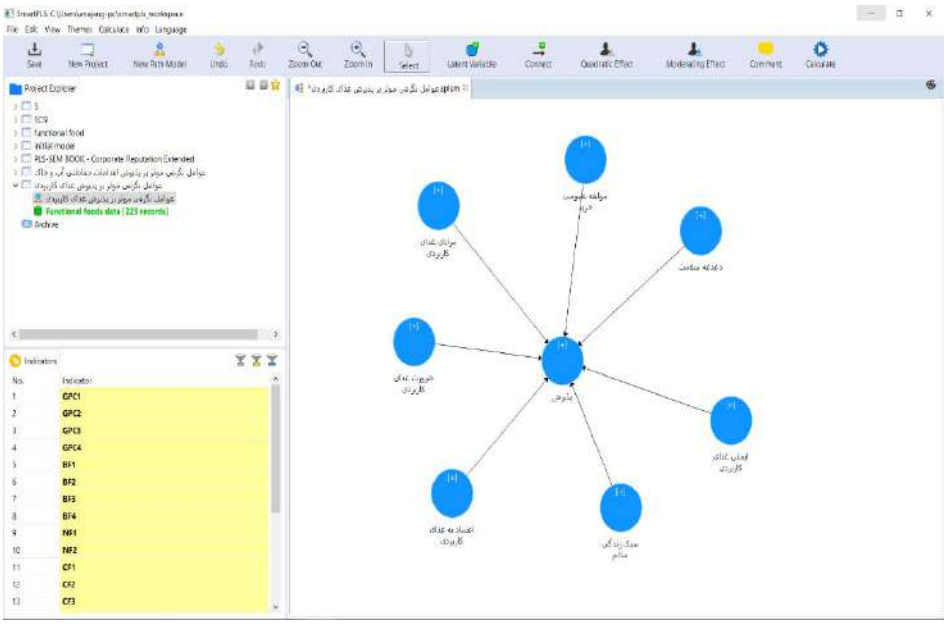
شکل ۳-۱۴۷: نحوه پنهان/ نمایان کردن متغیرهای مشاهده شده الگوی ساختاری

اگر قصد دارید تمامی متغیرهای مشاهده شده را پنهان کنید با استفاده از کلید ترکیبی Shift+A تمامی متغیرها را انتخاب کنید سپس با استفاده کلید سمت راست موشواره Hide Indicators Of Selected Constracts را انتخاب کنید.



شکل ۳-۱۴۸: نحوه پنهان کردن تمامی متغیرهای مشاهده شده

خواهید دید که تمامی متغیرهای مشاهده شده الگو ساختاری شما موقتاً پنهان خواهند شد.



شکل ۳-۱۴۹: الگو ساختاری پس از پنهان کردن متغیرهای مشاهده شده

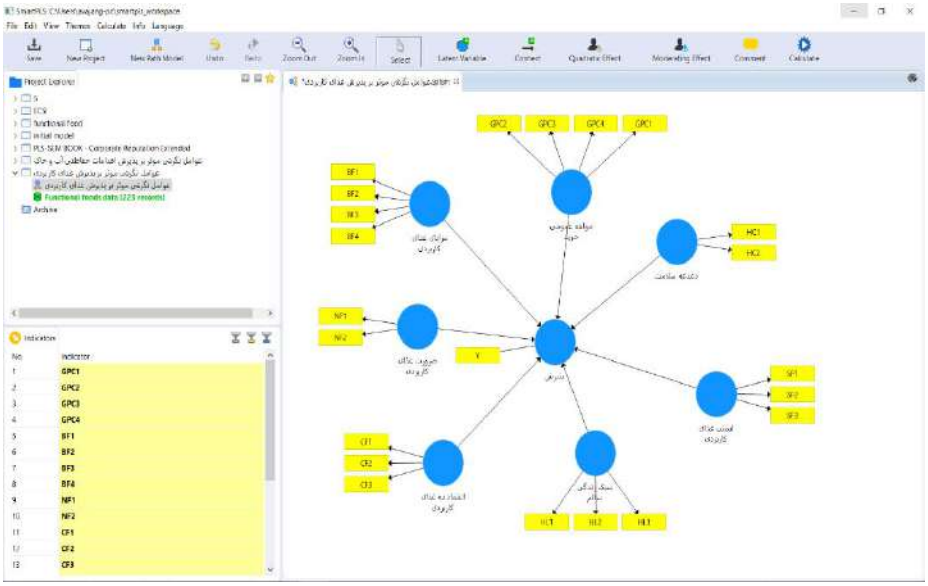
ب) delete به شما امکان می دهد سازه پنهان یا مشاهده شده انتخاب شده یا مسیر بین سازه‌های پنهان را حذف کنید.

ج) Align Indicators Top متغیرهای مشاهده شده را در بالای سازه پنهان قرار می‌دهد (مثل متغیر مولفه عمومی خرید در شکل۳-۱۴۹)

د) Align Indicators Bottom متغیرهای مشاهده شده با رنگ زرد را در پایین سازه پنهان قرار می‌دهد (مثل متغیر سبک زندگی سالم در شکل۳-۱۴۹).

ه) Align Indicators Left متغیرهای مشاهده شده با رنگ زرد را در سمت چپ سازه پنهان قرار می‌دهد (مثل متغیر مزایای غذای کاربردی در شکل۳-۱۴۹).

و) Align Indicators Right متغیرهای مشاهده شده با رنگ زرد را در سمت راست سازه پنهان قرار می‌دهد (مثل متغیر دغدغه سلامت در شکل۳-۱۴۹).



شکل ۳-۱۵۰: الگو ساختاری پس از اعمال اقدامات آرایشی

آزمون‌های آماری در Smart-PLS

آزمون الگو در Smart-PLS دو نوع است:

آزمون‌های آماری در Smart-PLS دو نوع است:

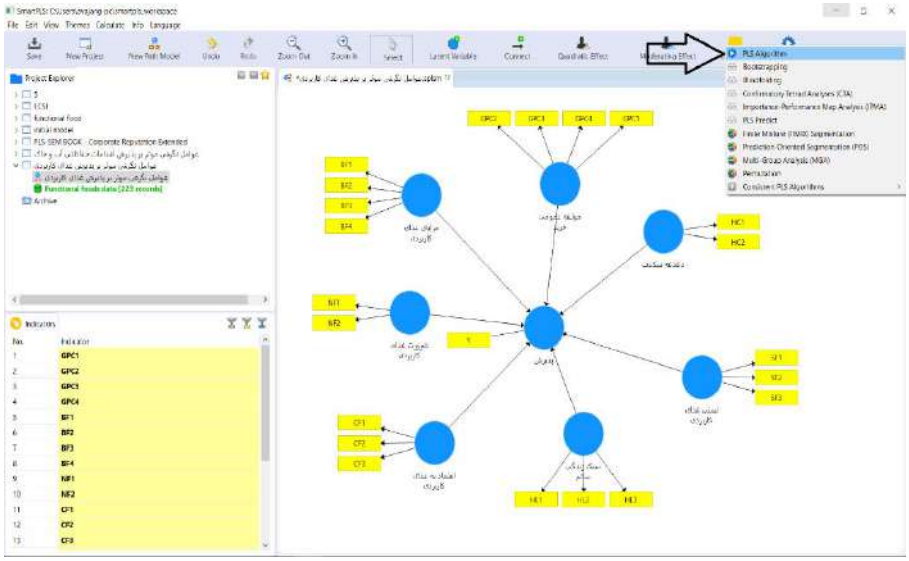
الف) آزمون الگوی اندازه‌گیری که مربوط به بررسی روایی ابزارهای اندازه‌گیری است.

ب) آزمون الگوی ساختاری که به آزمون فرضیات پژوهش و اثر سازه‌های پنهان بر یکدیگر مربوط است.

انجام آزمون‌های آماری و گرفتن خروجی به‌وسیلهٔ نسخه سوم نرم‌افزار Smart-PLS نسبت نسخه‌های قبلی بسیار آسان‌تر است و خروجی‌های به‌دست آمده نیز شکیل‌تر می‌باشند.

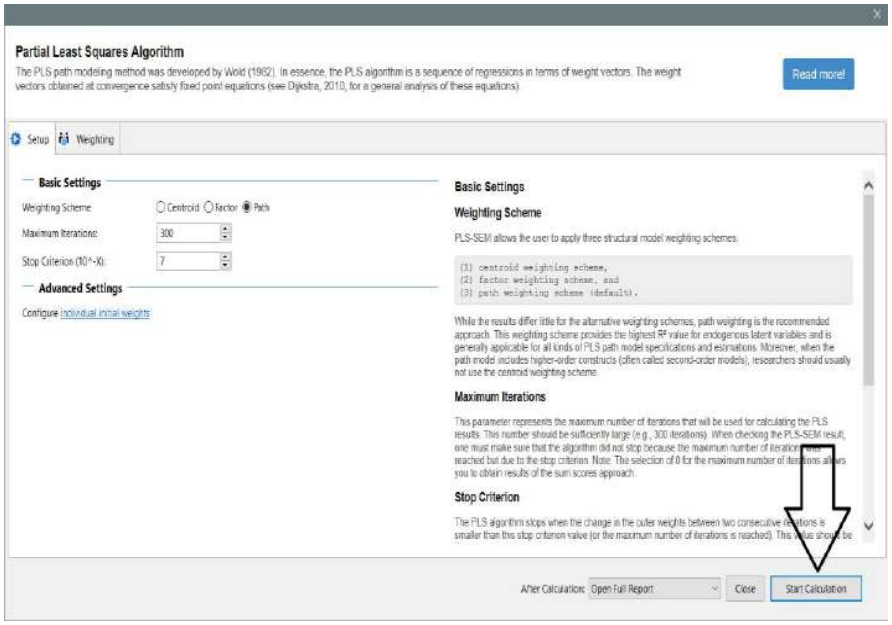
آزمون الگو از طریق منوی Calculate انجام می‌گیرد. در این منو گزینه‌های مختلفی وجود دارد.

PLS Algorithm: این گزینه مربوط به محاسبه ضرایب مسیر، واریانس تبیین شده متغیرهای وابسته توسط سازه‌های پنهان، بار عاملی متغیرهای مشاهده شده و اثر غیر مستقیم و کل متغیرها بر یکدیگر است. برای انجام این آزمون از منوی نرم‌افزار بر روی گزینه Calculate کلیک کرده و گزینه PLS Algorithm را انتخاب کنید.



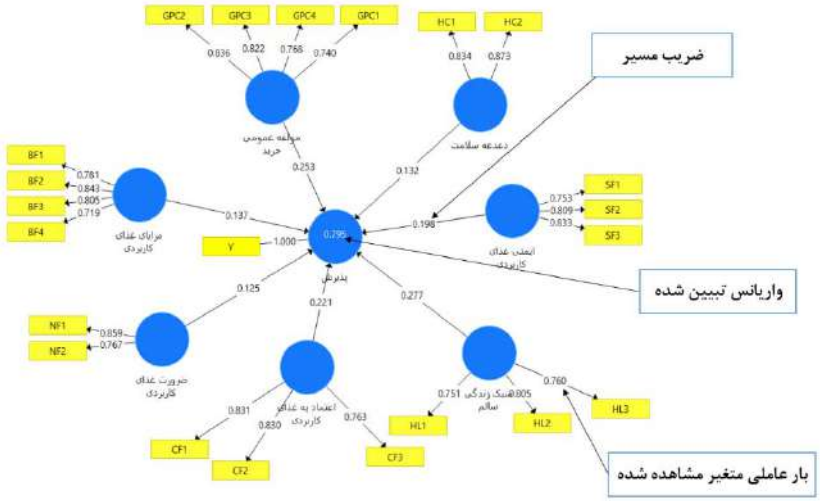
شکل ۳-۱۵۱: نحوه اجرای آزمون PLS Algorithm

در صفحه باز شده برای تنظیمات الگوریتم طرح وزنی مسیری با حداکثر ۳۰۰ تکرار و معیار 1.0E-7 به صورت پیش‌فرض وجود دارد که قابل تغییر هستند.



شکل ۳-۱۵۲: منوی مربوط به آزمون PLS Algorithm

در آخر بر روی گزینه Start Calculation که در گوشه سمت راست و پایین پنجره قرار دارد (شکل۳-۶۲) کلیک کنید تا الگوریتم اجرا شود و نرم‌افزار کار محاسبه ضرایب مسیر و بارهای عاملی را شروع کند. پس از پایان محاسبه توسط نرم‌افزار در قاب اصلی طراحی و آزمون الگو، تمامی ضرایب مسیر، بارهای عاملی متغیرهای مشاهده شده و واریانس های تبیین شده نمایش داده می‌شود.

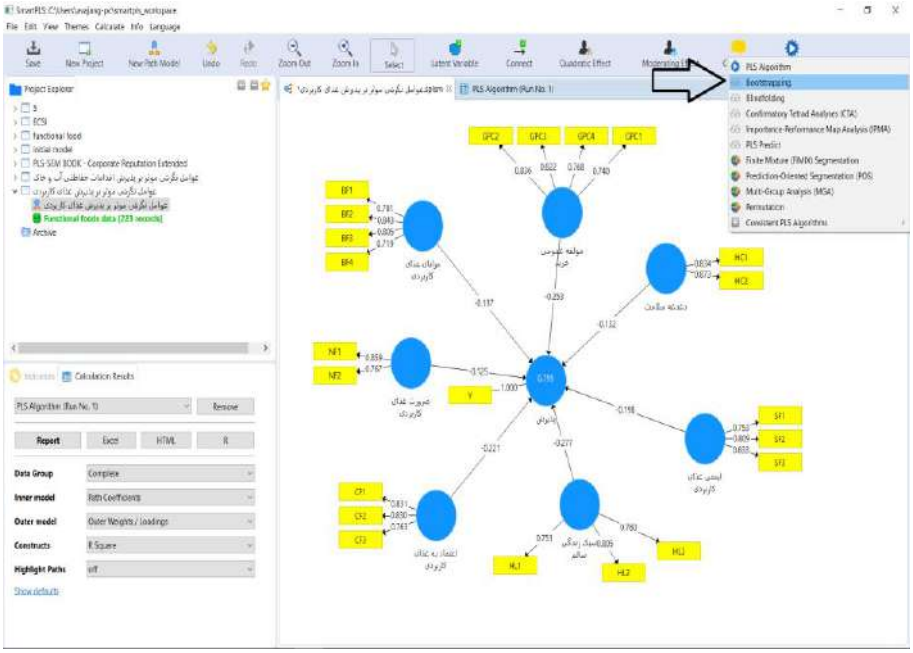


شکل ۳-۱۵۳: معرفی اجزای مختلف الگوی ساختاری پس از اجرای آزمون PLS Algorithm

در پژوهش علمی، ضرایب مسیر و واریانس‌های تبیین شده به نوعی مرحله آخر پژوهش علمی حساب شده و تمامی پیشنهادهای ارائه شده با استفاده از ضرایب مسیر انجام می‌گیرد. ضریب مسیر قدرت و شدت تأثیرگذاری یک سازه بر سازه هدف خود را نشان می‌هد و مثبت و منفی بودن نشان‌دهنده تأثیر مستقیم یا معکوس آن سازه بر سازه هدف می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۳-۱۵۱ ملاحظه می‌شود، ضریب مسیر سازه "سبک زندگی سالم" عدد ۰/۲۷۷ می‌باشد که بزرگترین ضریبی است که پذیرش غذای کاربردی را به طور مستقیم تحت تأثیر قرار داده است. بدین ترتیب انتظارات سبک زندگی سالم یک مؤلفه تأثیرگذار در شکل‌گیری پذیرش به حساب آمده و پژوهشگر می‌تواند با این نتیجه‌گیری، اقدام به ارائه پیشنهادهای سیاستی در این راستا نماید.

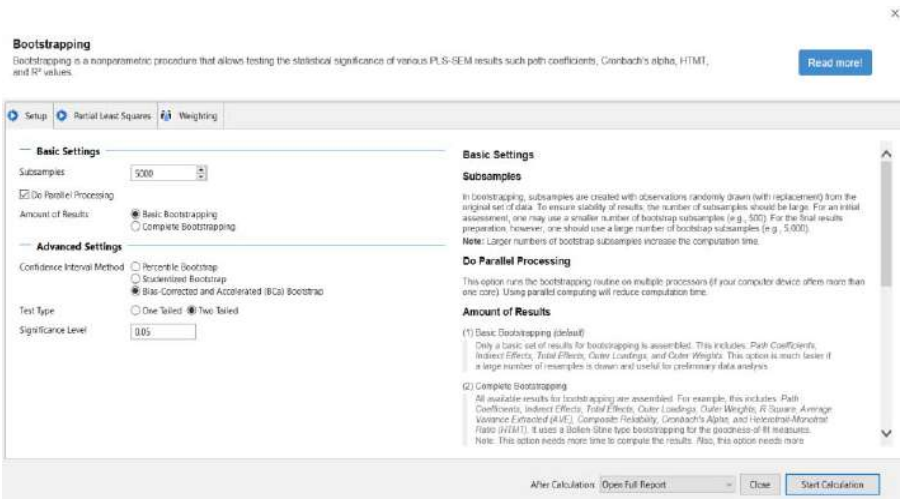
همچنین، در شکل ۳-۱۵۳ واریانس‌های تبیین شده نیز گزارش شد که همان ضرایب تعیین الگوی ساختاری می‌باشند. این ضرایب قدرت توضیح و توصیف الگوی شما را نشان می‌دهند و هر چه بالاتر باشند، مدل از قدرت توضیح‌دهنگی بالاتری برخوردار خواهد بود. ضریب تعیین مربوط به

متغیر مستقل این الگو ۰/۷۹۵ گزارش شد بدین معنی که بیش از ۷۹ درصد از تغییرات متغیر وابسته این الگو (پذیرش غذای کاربردی) توسط متغیرهای مستقل توضیح داده می‌شود.



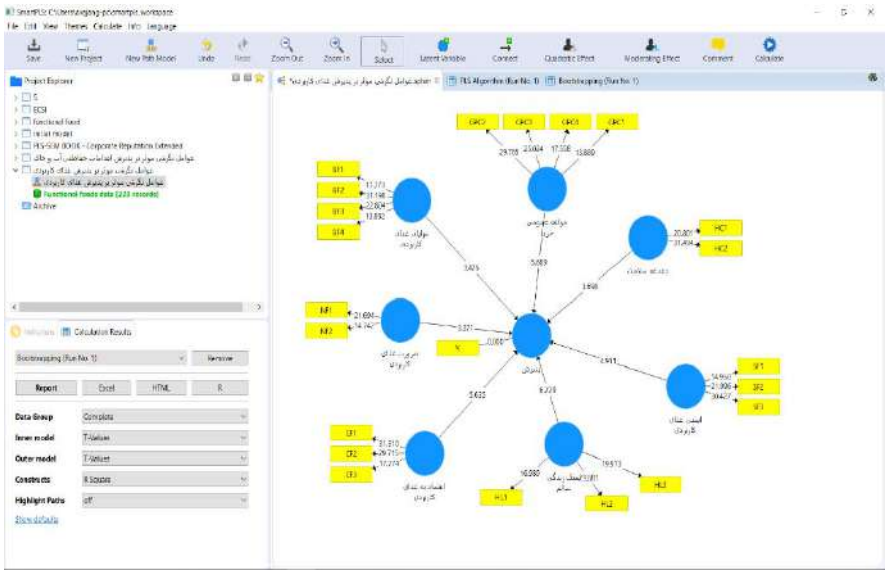
شکل ۳-۱۵۴: نحوه اجرای آزمون Bootstrapping

پس از انتخاب این گزینه، تنظیمات مربوط به رویه Bootstrapping باز می‌شود. اجرای دستور نیازمند انتخاب تعداد زیرنمونه‌ها، تغییر علامت، مقدار نتایج، روش فاصله اطمینان، نوع آزمون و سطح معناداری در دو قسمت تنظیمات پایه و پیشرفته است. تعداد ۵۰۰۰ زیرنمونه را بدون تغییر علامت انتخاب کنید. سایر گزینه‌ها را مطابق شکل۳-۶۸ تنظیم و Start Calculation را انتخاب کنید تا آزمون اعمال شود. پس از اجرای آزمون، نرم‌افزار مقادیر t آماری را برای الگوی ساختاری و الگوی اندازه‌گیری را بر روی الگوی گرافیکی در قاب اصلی طراحی و آزمون الگو به نمایش خواهد گذاشت.



شکل ۳-۱۵۵: منوی مربوط به آزمون Bootstrapping

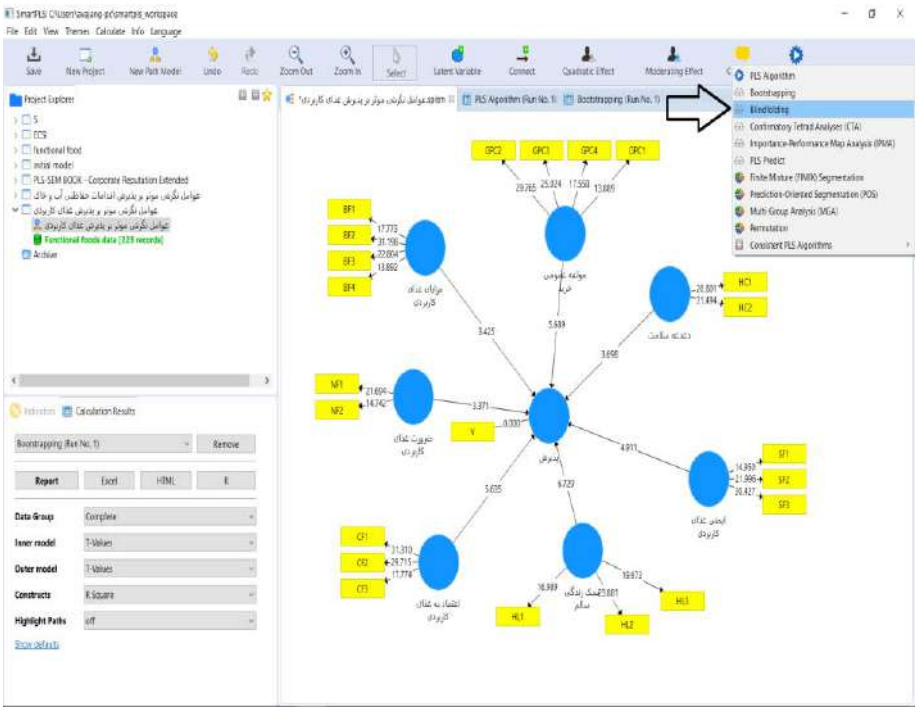
اعداد روی خطوط مسیر و نیز خطوط مربوط به بارهای عاملی مقادیر t مربوط به آزمون Bootstrapp هستند و همانند آزمون t تفسیر می‌شوند، یعنی اگر تعداد نمونه بیش از ۱۲۰ نفر باشد و مقدار آماره محاسباتی بیش از ۱/۹۶ باشد، در سطح ۰/۰۵ و اگر مقدار آمار محاسباتی بیش از ۲/۵۸ باشد، در سطح ۰/۰۱ معنادار است.



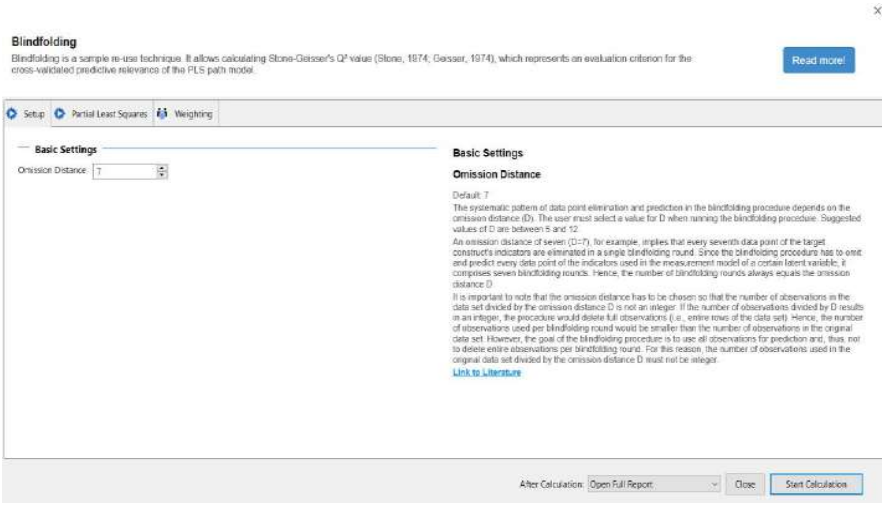
شکل ۳-۱۵۶: الگوی ساختاری پس از اجرای آزمون Bootstrapping

بررسی کیفیت الگو

از منـوی Calculate گزینـه Blindfolding را انتخـاب کنیـد. در اینجـا در قسـمت Omission Distance فاصله حذف را تعیین کنید که عدد پیش فرض آن عدد ۷ است بدین معنی که ماتریس داده‌ها به ۷ گروه تقسیم شده و در هر بار محاسبه، یکی از این گروه‌ها حذف می‌شود و توانایی الگـو در پیش‌بینی متغیرهای وابسته بررسی می‌شـود. Start Calculation را انتخـاب کنیـد تـا آزمـون اعمال شود.

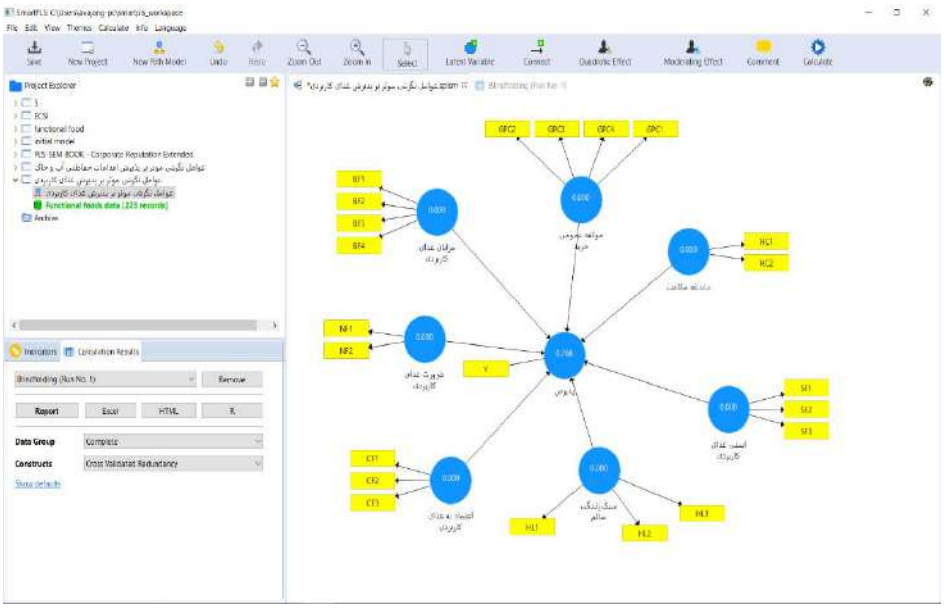


شکل۳-۱۵۷: نحوه اجرای آزمون Blindfolding



شکل ۳-۱۵۸: منوی مربوط به آزمون Blindfolding

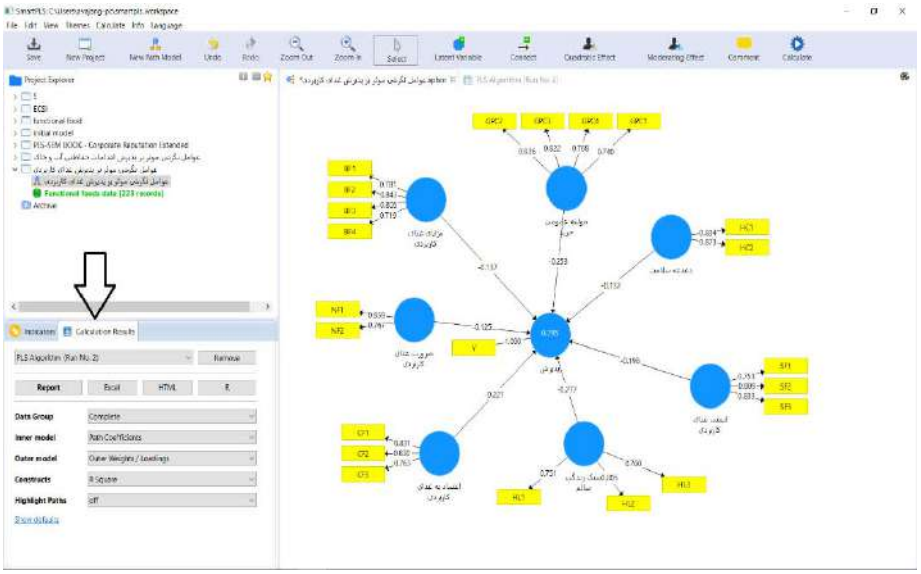
عدد نمایش داده شده در داخل سازه‌های پنهان شاخص بررسی اعتبار حشو یا افزونگی (CV-Redundacy) است که کیفیت الگوی ساختاری را نشان می‌دهد. اعداد مثبت نشانگر کیفیت مناسب الگو هستند.



شکل۳-۱۵۹: الگوی ساختاری پس از اجرای آزمون Blindfolding

نمایش خروجی متنی از طریق منوی Calculation Results

این گزینه در قاب نشانگرها پس از انجام هر کدام از آزمون‌های آماری که در قسمت‌های قبلی توضیح داده شد، ظاهر می‌شود و بعد از هر آزمون تنها نتایج همان آزمون را گزارش می‌کند.



شکل۳-۱۶۰: مکان دسترسی به خروجی‌های الگو ساختاری

همانطور که در شکل۳-۷۲ مشاهده می‌کنید، منوی گزارش (Calculation Results) چهار انتخاب در اختیار پژوهشگر قرار می‌دهد:

۱- Report که خروجی‌های حاصل از الگوی ساختاری را در فضای نرم‌افزار گزارش می‌کند.

۲- Excel که خروجی را در فضای نرم‌افزار اکسل گزارش و در فایلی که از جانب پژوهشگر انتخاب می‌شود، ذخیره خواهد شد.

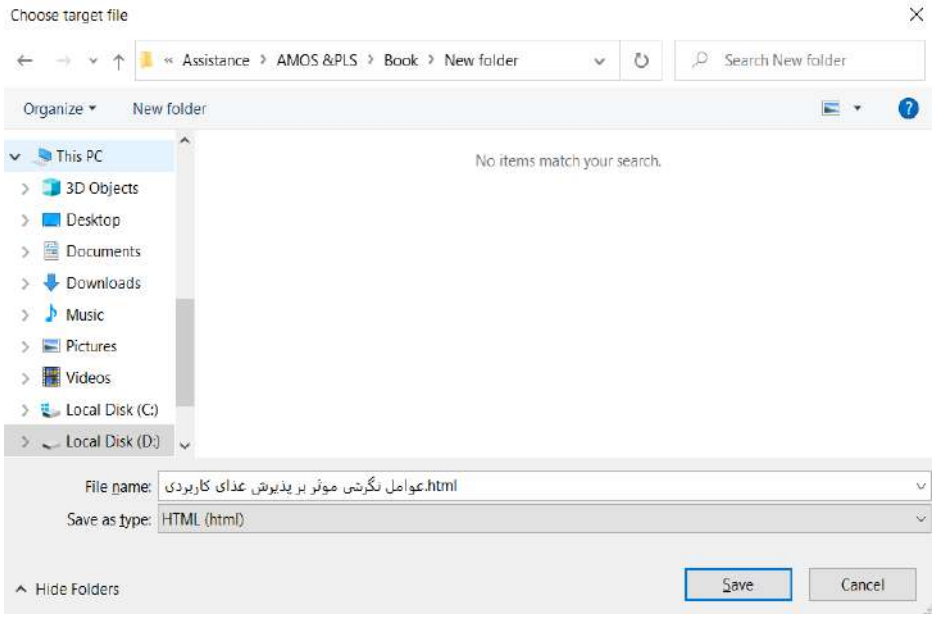
۳- HTML که گزارش در قالب صفحات وب می‌باشد که از مرورگر موجود بر روی رایانه برای گزارش نتایج استفاده می‌کند.

۴- R یا نسخه خام از خروجی که می‌توان نحوه نمایش آن با هر فرمت را به صورت دستی مشخص نمود.

نکته: این شیوه گزارش، تفاوت زیادی با هم ندارند و معمولاً استفاده از گزارش در قالب صفحات وب (HTML) از همه ساده‌تر است.

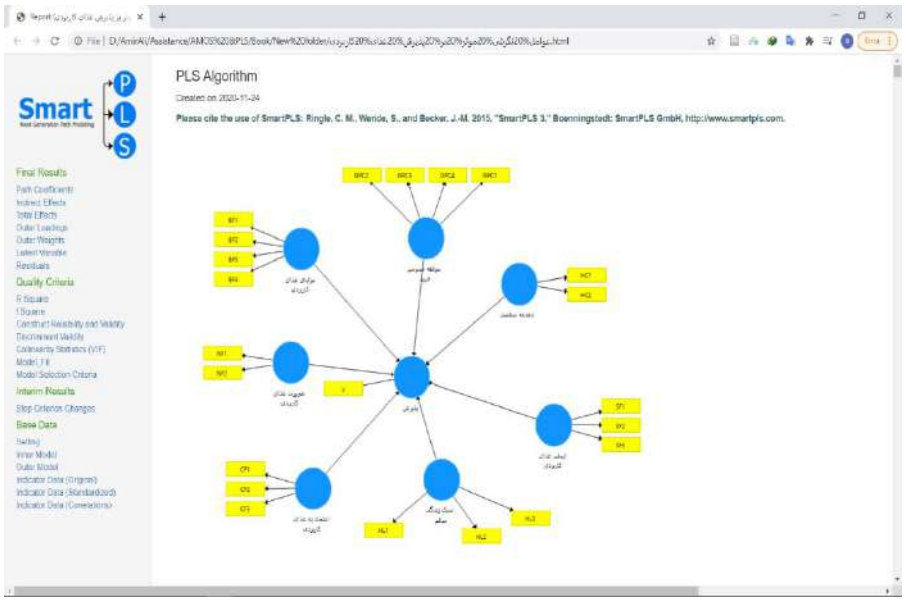
در ادامه به نوع سوم استخراج و ارائه گزارش نتایج پروژه پرداخته می‌شود:

پس از اجرای آزمون PLS Algorithm، بر روی گزینه HTML از منوی Calculation Results کلیک کنید. پنجره‌ای باز خواهد شد که مسیری را برای ذخیره خروجی از شما درخواست می‌کند. پس از انتخاب مسیر و زدن گزینه Save نرم‌افزار اقدام به تولید خروجی و باز کردن نتایج الگو در قالب صفحه مرورگر می‌کند.



شکل ۳-۱۶۱: انتخاب مسیر ذخیره خروجی الگوی ساختاری

صفحه باز شده، فهرستی از شاخص‌ها را نشان می‌دهد. شما در این مرحله موظفید سه شاخص مربوط به پایایی را بررسی کنید.



شکل ۳-۱۶۲: صفحه وب نتایج خروجی آزمون PLS Algorithm

برای بررسی پایایی (همسانی درونی) هر یک از گویه‌ها، بر روی لینک Outer Loading کلیک کنید. در جدولی که باز می‌شود در سطر اول بالای جدول ماتریس، نام سازه‌های پنهان و در اولین ستون سمت چپ نام گویه‌ها یا متغیرهای مشاهده شده ذکر شده است. بار عاملی مورد قبول برای هر متغیر ۰/۷ و سطح معنی داری ۰/۱ است. لذا از ماتریس مزبور اعداد مورد نیاز را استخراج و گزارش کنید.

Outer Loadings

	BF	CF	GPC	HC	HL	NF	SF	Y
BF1	0.781							
BF2	0.843							
BF3	0.805							
BF4	0.719							
CF1		0.831						
CF2		0.830						
CF3		0.763						
GPC2			0.836					
GPC3			0.822					
GPC4			0.788					
HC1				0.834				
HC2				0.873				
HL1					0.751			
HL2					0.805			
HL3					0.760			
NF1						0.859		
NF2						0.767		
SF1							0.753	
SF2							0.809	
SF3							0.833	
Y								1.000
GPC1			0.740					

شکل ۳-۱۶۳: جدول خروجی Outer Loading

چنانکه در جدول شکل شماره (۳-۱۶۳) مشاهده می‌کنید، گویه‌هایی که بار عاملی آنها بیش از ۰/۷ است، مناسب‌تر هستند و با رنگ سبز توسط نرم‌افزار نمایش داده می‌شوند. گویه‌ها با بار عاملی کم تر از ۰/۷ با رنگ قرمز نمایش داده می‌شوند.

برای بررسی معناداری بارهای عاملی دستور آزمون Bootstrapping را از منوی Calculate اجرا نموده و سپس بر گزینه Calculation Results از منوی HTML کلیک کنید تا صفحه مرورگر اینترنتی باز شده و نتایج خروجی آزمون را نشان دهد. صفحه باز شده، فهرستی از شاخص‌ها را نشان می‌دهد. با کلیک برروی عبارت Path Coeffiecients جدولی نمایش داده خواهد شد که میانگین، انحراف معیار آماره t و سطح احتمال (P-Value) هر سازه را نمایش می‌دهد. ملاک اعتبار قابل قبول در اینجا این است که آماره محاسباتی بالاتر از ۱/۹۶ در سطح ۰/۰۵ و بالاتر از ۲/۵۸ در سطح ۰/۰۱، معنی‌دار هستند. همچنین، مقادیر سطح احتمال (P-Value) نیز برای تشخیص معنی‌داری می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. سطح احتمال کمتر از ۰/۰۵ و ۰/۰۱ به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد آماری است.

Path Coefficients

Mean, STDEV, T-Values, P-Values | Confidence Intervals | Confidence Intervals Bias Corrected | Samples

	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	Standard Deviation (STDEV)	T Statistics (|O/STDEV|)	P Values
BF -> Y	-0.137	-0.139	0.041	3.339	0.001
CF -> Y	-0.221	-0.220	0.039	5.627	0.000
GPC -> Y	-0.253	-0.254	0.047	5.338	0.000
HC -> Y	-0.132	-0.133	0.035	3.759	0.000
HL -> Y	-0.277	-0.277	0.044	6.372	0.000
NF -> Y	-0.125	-0.127	0.039	3.221	0.001
SF -> Y	-0.198	-0.203	0.040	4.960	0.000

شکل ۳-۱۶۴: جدول خروجی ضرایب مسیر و معناداری آن‌ها

برای بررسی اعتبار ترکیبی هر یک از سازه‌ها در قسمت Quality Criteria، بر روی Construct Reliability and Validity در نتایج آزمون PLS Algorithm کلیک کنید تا نتایج آن را نمایش دهد. در این ماتریس نیز در زیرستون Composite Reliability در مقابل هر سازه پنهان عددی جهت اعتبار مرکب آن نوشته شده است که باید آن عدد را برای گزارش نمودن استخراج کنید. در این مورد نیز مقادیر بیش از ۰/۷ برای اعتبار ترکیبی قابل قبول هستند. همچنین، نرم‌افزار به صورت پیش فرض مقادیر قابل قبول در هر معیار را با رنگ سبز و مقادیر غیر قابل قبول را با قرمز مشخص می‌کند.

Construct Reliability and Validity

	Cronbach's Alpha	rho_A	Composite Reliability	Average Variance Extracted (AVE)
BF	0.796	0.803	0.867	0.621
CF	0.736	0.745	0.850	0.654
GPC	0.803	0.816	0.871	0.628
HC	0.630	0.636	0.843	0.729
HL	0.664	0.664	0.816	0.596
NF	0.496	0.512	0.797	0.663
SF	0.719	0.733	0.841	0.638
Y	1.000	1.000	1.000	1.000

شکل ۳-۱۶۵: جدول خروجی مربوط به ارزیابی AVE، CR و آلفای کرونباخ

مقادیر واریانس استخراج شده AVE بیانگر اعتبار مناسب ابزارهای اندازه‌گیری است و مقدار بالاتر از ۰/۵ بیانگر قابل قبول بودن اعتبار سازه‌ها می‌باشد. این مقادیر نیز در جدول Construct Reliability and Validity که در شکل ۳-۷۷ نیز نمایش داده شد قابل رویت می‌باشند.

بررسی روایی

در بررسی روایی تشخیصی سازه‌ها باید دو ملاک را مورد بررسی قرار دهید:

الف) بررسی بار تقاطعی گویه‌ها: بدین منظور از صفحه مرورگر اینترنتی باز شده مربوط به آزمون PLS Algorithm و نتایج خروجی آن در قسمت Quality Criteria در سمت چپ صفحه بر روی گزینه Discriminant Validity کلیک کنید. در جدولی که نمایش داده می‌شود Cross Loadings را انتخاب کنید. این جدول بار تقاطعی هر یک از گویه‌ها را بر سازه خود و سازهای دیگر نشان می‌دهد. بار عاملی هر گویه بر سازه خود باید حداقل ۰/۱ بیشتر از بار عاملی آن بر دیگر سازه‌ها باشد.

Discriminant Validity

Fornell-Larcker Criterion | Cross Loadings | Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT)

	BF	CF	GPC	HC	HL	NF	SF	Y
BF1	0.781	0.350	0.376	0.218	0.180	0.144	0.266	-0.415
BF2	0.843	0.338	0.438	0.299	0.265	0.196	0.430	-0.538
BF3	0.805	0.328	0.375	0.259	0.257	0.175	0.367	-0.476
BF4	0.719	0.302	0.395	0.302	0.235	0.181	0.335	-0.482
CF1	0.428	0.831	0.338	0.257	0.426	0.424	0.307	-0.597
CF2	0.295	0.830	0.293	0.280	0.366	0.245	0.395	-0.528
CF3	0.273	0.763	0.205	0.176	0.333	0.226	0.276	-0.476
GPC2	0.445	0.298	0.836	0.234	0.271	0.249	0.281	-0.531
GPC3	0.413	0.308	0.822	0.344	0.186	0.203	0.364	-0.542
GPC4	0.408	0.288	0.788	0.290	0.194	0.136	0.367	-0.453
HC1	0.285	0.256	0.301	0.834	0.130	0.079	0.369	-0.377
HC2	0.303	0.251	0.247	0.873	0.168	0.095	0.366	-0.426
HL1	0.227	0.322	0.109	0.140	0.751	0.236	0.220	-0.430
HL2	0.221	0.303	0.174	0.108	0.805	0.321	0.179	-0.453
HL3	0.260	0.457	0.277	0.155	0.760	0.337	0.248	-0.529
NF1	0.209	0.389	0.221	0.128	0.365	0.859	0.198	-0.415
NF2	0.148	0.209	0.140	0.028	0.236	0.767	0.166	-0.331
SF1	0.302	0.299	0.247	0.332	0.206	0.213	0.753	-0.406
SF2	0.373	0.300	0.307	0.317	0.165	0.117	0.809	-0.477
SF3	0.394	0.362	0.329	0.379	0.294	0.210	0.833	-0.552
Y	-0.604	-0.664	-0.612	-0.472	-0.615	-0.462	-0.605	1.000
GPC1	0.321	0.203	0.740	0.113	0.139	0.107	0.143	-0.395

شکل ۳-۱۶۶: جدول خروجی مربوط به بار تقاطعی گویه‌ها

ب) بررسی همبستگی بین سازه‌های پنهان: بدین منظور از صفحه مرورگر اینترنتی بازشده مربوط به آزمون PLS Algorithm در قسمت Final Results در سمت چپ صفحه، گزینه Latent Variable را انتخاب کنید. جدولی نمایش داده می‌شود که با کلیک بر روی Latent

Variable Correlations جدول دیگری باز خواهد شد که همبستگی‌های مربوط به سازه‌های پنهان را نشان می‌دهد.

Latent Variable

Latent Variable | Latent Variable Correlations | Latent Variable Covariances | LV Descriptives

	BF	CF	GPC	HC	HL	NF	SF	Y
BF	1.000	0.417	0.504	0.344	0.308	0.223	0.450	-0.604
CF	0.417	1.000	0.350	0.296	0.475	0.378	0.403	-0.664
GPC	0.504	0.350	1.000	0.318	0.250	0.226	0.372	-0.612
HC	0.344	0.296	0.318	1.000	0.176	0.102	0.430	-0.472
HL	0.308	0.475	0.250	0.176	1.000	0.390	0.282	-0.615
NF	0.223	0.378	0.226	0.102	0.390	1.000	0.224	-0.462
SF	0.450	0.403	0.372	0.430	0.282	0.224	1.000	-0.605
Y	-0.604	-0.664	-0.612	-0.472	-0.615	-0.462	-0.605	1.000

شکل ۳-۱۶۷: جدول خروجی مربوط به همبستگی بین سازه‌های پنهان

به منظور بررسی شاخص فورنل و لارکر در نرم‌افزار Smart-PLS، در صفحه خروجی PLS Algorithm، در قسمت Quality Criteria بر روی Discriminant Validity کلیک کرده و در جدولی که نمایان می‌شود، در قسمت Fornell-Larcker Criterion، ماتریس مورد نظر را مشاهده کنید.

Discriminant Validity

Fornell-Larcker Criterion | Cross Loadings | Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT)

	BF	CF	GPC	HC	HL	NF	SF	Y
BF	0.788							
CF	0.417	0.809						
GPC	0.504	0.350	0.793					
HC	0.344	0.296	0.318	0.854				
HL	0.308	0.475	0.250	0.176	0.772			
NF	0.223	0.378	0.226	0.102	0.390	0.814		
SF	0.450	0.403	0.372	0.430	0.282	0.224	0.799	
Y	-0.604	-0.664	-0.612	-0.472	-0.615	-0.462	-0.605	1.000

شکل۳-۱۶۸: جدول خروجی مربوط به بررسی روایی واگرا

بررسی و آزمون الگو ساختاری

برای بررسی آزمون الگو ساختاری و مشاهده ی جزییات آن می توانید پس از اجرای آزمون PLSAlgorithm و تهیهٔ گزارش آن، در بخش Final Results بر روی لینک Path Coefficients کلیک نموده و از جدول، ضرایب مربوطه را مشاهده و استخراج نمایید.

Final Results

Path Coefficients

	BF	CF	GPC	HC	HL	NF	SF	Y
BF								-0.137
CF								-0.221
GPC								-0.253
HC								-0.132
HL								-0.277
NF								-0.125
SF								-0.198
Y								

شکل۳-۱۶۹: جدول خروجی مربوط به ضرایب به مسیر الگوی ساختاری

همچنین می‌توانید با کلیک بر روی لینک Total Effects در بخش گزارش آزمون PLSAlgorithm اثرات کل را نیز مشاهده و استخراج نمایید.

Total Effects

	BF	CF	GPC	HC	HL	NF	SF	Y
BF								-0.137
CF								-0.221
GPC								-0.253
HC								-0.132
HL								-0.277
NF								-0.125
SF								-0.198
Y								

شکل ۳-۱۷۰: جدول خروجی مربوط به اثرات کل

علاوه بر آن لازم است از میزان واریانس تبیین شده (جهت آگاهی از درصد تغییرات پیش‌بینی شده توسط هر کدام از متغیرها) برای هر سازه پنهان نیز آگاه شد. لذا از جدول نتایج آزمون PLSAlgorithm بر روی لینک R Square در بخش Quality Criteria کلیک کنید تا نتایج

واریانس تبیین شدهٔ هر سازه پنهان وابسته را نشان دهد. نمودار واریانس نیز در ذیل جدول نمـایش داده شده است.

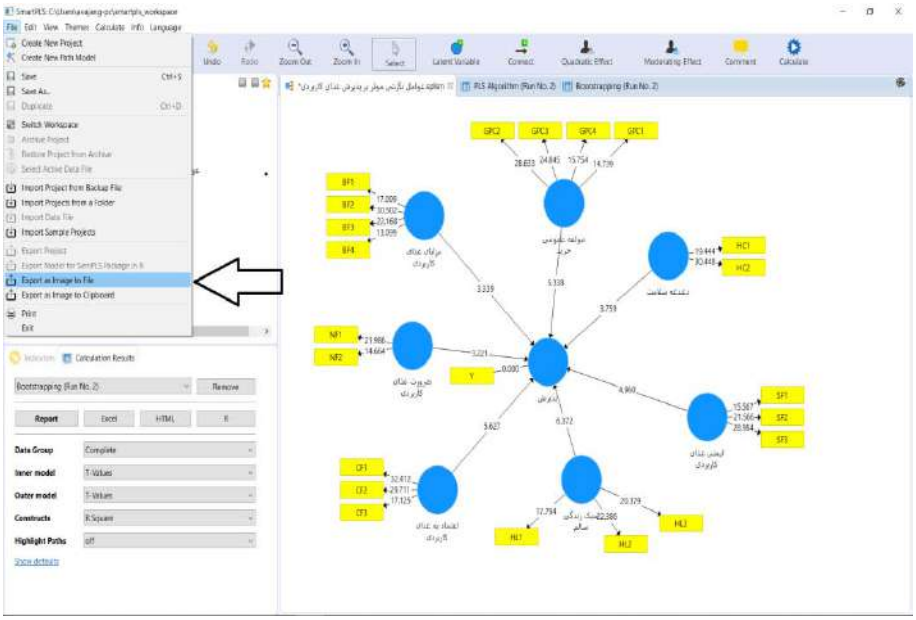
ضریب تعیین (R^2) معیاری است که برای متصل کردن بخش اندازه‌گیـری و بخـش سـاختاری الگوسازی معادلات ساختاری به کار می‌رود و نشان از تأثیری دارد که یـک متغیـر بـرون‌زا بـر یـک متغیر درون‌زا می‌گذارد. دامنه R^2 از صفر تا یک است و مقادیر بزرگ‌تر سطح دقت پیش‌بینی بـالاتر را نشان می‌دهد.

شکل۳-۱۷۱: جدول خروجی و نمودار مربوط به ضرایب تعیین الگوی ساختاری

انتقال الگو از PLS به Word

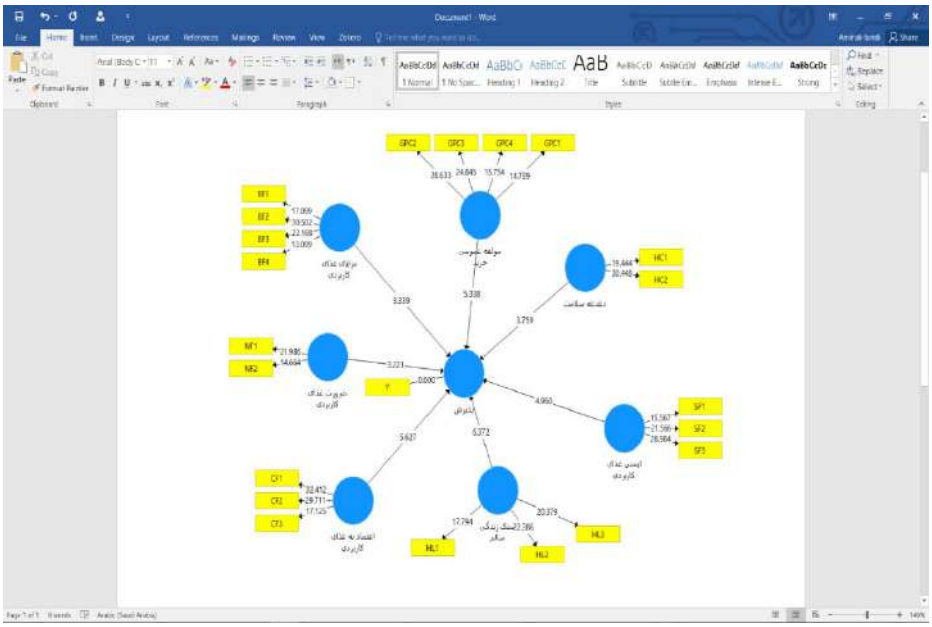
به منظور تحلیل الگوی معادله ساختاری و ارائه گزارش، بـه‌طـور معمـول الگـو از محـیط PLS بـه محیط Word، انتقال داده می‌شود. به این منظور، از دو مسیر می‌توان استفاده کرد:

۱- گزینه File را انتخاب کرده و Export as Image to File را انتخاب کنید. بـا اسـتفاده از ایـن گزینه نرم‌افزار این امکان را می‌دهد که یک فایل jpg از الگو ساختاری در رایانه ذخیره شود تـا بتوان از آن در گزارش استفاده کنید.



شکل۳-۱۷۲: نحوه تهیه نسخه jpg از الگوی ساختاری

۲- با انتخاب گزینه Export as Image to Clipboard الگوی ساختاری را به‌طور موقت کپی کرده و با رفتن به یک فایل Word و زدن گزینه Paste، الگوی ساختاری به این نرم‌افزار منتقل می‌شود.



شکل۳-۱۷۳: الگوی ساختاری منتقل شده به نرم‌افزار Word

محیط Word به شما این امکان را می‌دهد تا گزارش مدنظر خود را آماده کنید.

نحوهٔ گزارش معیارهای به دست آمده از نرم‌افزار Smart-PLSدر مقالات علمی

بعد از استخراج خروجی از نرم‌افزار Smart-PLS باید اطلاعات به دست آمده را در مقاله خود گزارش کنید.

در گام اول، باید الگوی اندازه‌گیری خود را ارزیابی کنید. بدین منظور باید شاخص‌های مربوط به ابزارهای اندازه‌گیری را گزارش کنید. در شکل زیر، یک نمونه از گزارش ارزیابی ابزارهای اندازه‌گیری در یک مقاله معتبر علمی نمایش داده شد.

جدول ۳-۶: جدول گزارش ابزارهای اندازه‌گیری نرم‌افزار Smart-PLS

سازه پنهان	گویه‌ها	بار عاملی	آماره t	شاخص AVE	شاخص CR	آلفای کرونباخ
مؤلفه عمومی خرید	GPC1	۰/۷۴۰	۱۳/۳۷۵	۰/۶۲۸	۰/۸۷۱	۰/۸۰۳
	GPC2	۰/۸۳۶	۲۷/۸۷۳			
	GPC3	۰/۸۲۲	۲۶/۳۴۷			
	GPC4	۰/۷۶۸	۱۷/۸۰۹			
ضرورت غذای کاربردی	NF1	۰/۳۵۹	۱۰/۹۴	۰/۴۷۸	۰/۶۱۶	۰/۵۳۶
	NF2	۰/۲۶۷	۶۲/۹۳			

همانطور که در جدول ۳-۶ ملاحظه می‌کنید، شاخص‌های مربوط به ارزیابی سازگاری درونی مدل اندازه‌گیری در پژوهش برای سازه "مؤلفه عمومی خرید"، تماماً در محدوده مجاز قرار گرفته و تأیید می‌شوند. اگرچه، این شاخص‌ها برای سازه "ضرورت غذای کاربردی" قابل قبول نبوده و گویه‌های استفاده شده برای توصیح این سازه صلاحیت و شایستگی لازم را ندارند.

در بیشتر پژوهش‌های انجام شده در زمینه الگوسازی معادلات ساختاری، رد یا قبول فرضیه‌های پژوهش به واسطه نتایج به دست آمده از خروجی‌های نرم‌افزار Smart-PLS انجام می‌پذیرد. بدین منظور باید ضرایب مسیر، مقدار آماره t، و ضرایب تعیین حاصل از برآورد الگوی ساختاری خود را در قالب جدول گزارش کنید و نسبت به رد یا قبول فرضیه‌های پژوهش، تصمیم بگیرید. در شکل زیر یک نمونه از جدول نتایج الگوی ساختاری و فرضیه‌های پژوهش در یک مقاله معتبر علمی نمایش داده شده است:

جدول ۳-۷: جدول نتایج الگوی ساختاری در یک مقاله علمی

سازه پنهان	فرضیه‌ها	ضریب مسیر	P-value	ضریب تعیین (R^2)
سبک زندگی سالم	H7(✓)	۰/۲۷۷	۰/۰۰۰	
ایمنی غذای کاربردی	H6(×)	۰/۱۹۸	۰/۴	٪ ۷۹/۵

قبول فرضیه (✓)، رد فرضیه (×)

با توجه به جدول ۳-۷ و مقادیر P-value گزارش شده توسط نرم‌افزار برای هر سازه، ضریب مسیر سازه "سبک زندگی سالم" در سطح یک درصد آماری معنی‌دار می‌باشد اما با توجه به مقدار P-value برای ضریب مسیر سازه ایمنی غذای کاربردی، معنی‌داری آماری این سازه رد می‌شود. پژوهشگران محترم می‌توانند متناسب با این نتایج نسبت به ارائه پیشنهادهای سیاستی اقدام فرمایند.

منابع

حق پرست، ربابه؛ هدایتی نیا، سعید؛ خسروی پور، بهمن؛ غنیان، منصور (۱۳۹۳)، «معادله ساختاری عامل‌های مؤثر بر پذیرش فناوری اطلاعات و ارتباطات در بین دانشجویان تحصیلات تکمیلی کشاورزی و منابع طبیعی رامین اهواز»، فصل نامه پژوهش مدیریت آموزش کشاورزی، شماره ۲۹، صص ۶۲-۴۹.

صالحی، سعید؛ رضایی مقدم، کوروش؛ آجیلی، عبدالعظیم (۱۳۸۸)، «نگرش و تمایل کارشناسان کشاورزی به کاربرد فناوری های میزان متغیر سموم با استفاده از الگو معادلات ساختاری»، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال سیزدهم، شماره چهل و هفتم، صص ۷۷۱-۷۵۷.

عباسی رستمی، علی‌اکبر؛ احمدپور، امیر؛ شریف زاده، محمد شریف (۱۳۹۵)، «تحلیل اثربخشی فعالیت‌های آموزشی ترویجی پیرامون ارتقای سطح دانش کشاورزان توتونکار با الگویابی معادلات ساختاری»، مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، دوره ۲-۴۷، شماره ۳، صص ۷۰۶-۶۹۵.

عباسی، عنایت؛ حجازی، سید یوسف؛ ایروانی، هوشنگ (۱۳۹۲)، «الگوسازی معادلات ساختاری ایجاد دانشکده کشاورزی یادگیرنده»، فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی، شماره ۶۸، صص ۱۳۹-۱۱۵.

مرسلی، ادریس؛ حیدری، نادر؛ زارع، عباس؛ حاتمی، حمیدرضا (۱۳۹۶)، « بررسی نقش فرآیندها در ارتقای بهره وری آب کشاورزی ایران»، نشریه پژوهش آب در کشاورزی، جلد ۳۱، شماره ۲، صص ۱۸۰-۱۶۳.

Anderson, J. C., & Gerbing, D. W. (1988). Structural equation modeling in practice: A review and recommended two-step approach. Psychological Bulletin, 103(3), 411-423.

Azadi, H., Barati, A. A., Rafiaani, P., Raufirad, V., Zarafshani, K., Mamoorian, M., Van Passel, S., & Lebailly, P. (2016). Agricultural land conversion drivers in Northeast Iran: Application of structural equation model. Applied Spatial Analysis and Policy, 9(4), 591-609.

Barclay, D. W., H iggins, C. A, Thompson, R. (1995). The partia least squares approach to causal modeling: P ersonal computer adoption and use as illustration. Technology Studies, 2: 285-309.

Bayard, B., & Jolly, C. (2007). Environmental behavior structure and socio-economic conditions of hillside farmers: A multiple-group

structural equation modeling approach. Ecological Economics, 62(3), 433ت440. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.07.004.

Bentler, P. M. (1990). Comparative fit indexes in structural models. Psychological Bulletin, 107(2), 238.

Bentler, P. M., & Bonett, D. G. (1980). Significance tests and goodness of fit in the analysis of covariance structures. Psychological Bulletin, 88(3), 588.

Bollen, K. A. (1989). A new incremental fit index for general structural equation models. Sociological Methods & Research, 17(3), 303ت 316.

Boomsma, A. (2000). Reporting analyses of covariance structures. Structural Equation Modeling, 7(3), 461ت483.

Chin, W. W. (1995). The partial least squares approach to structural equations modeling. In G. A. Marcoulides (Ed.), Modern methods for business research (pp. 295-358). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Chin, W. W. (1998). Commentary: Issues and opinion on structural equation modeling. JSTOR.

Chisasa, J. (2014). The finance-growth nexus in South Africaبs agricultural sector: A structural equation modeling approach. Banks & Bank Systems, 9(4), 38ت47.

Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. Psychometrika, 16(3), 297ت334.

Daryani, M. A., Karimi, A., & Daryani, M. A. (2013). A structural equation modeling study on corporate entrepreneurship: The case of Iranian agricultural sector organizations. Journal of Food Agriculture & Environment, 11(1), 1168ات175.

Faridi, A. A., Kavoosi-Kalashami, M., & El-Bilali, H. (2020). Attitude components affecting adoption of soil and water conservation measures by paddy farmers in Rasht County, Northern Iran. Land Use Policy, 99, 104885. https://doi.org/10.1016/ j.landusepol. 2020.104885.

Folmer, H., Dutta, S., & Oud, H. (2010). Determinants of rural industrial entrepreneurship of farmers in West Bengal: A structural equations approach. International Regional Science Review, 33(4), 367ت396.

Fornell, C. G. (1987). A second generation of multivariate analysis: An overview In C. Fornell (Ed.), A second generation of multivariate analysis (pp. 1-12). New York: P raeger.

Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. Journal of Marketing Research, 18(1), 39ت50.

Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. Journal of Marketing Research, 18(1), 39ت50.

Gallagher, D., Ting, L., & Palmer, A. (2008). A journey into the unknown; taking the fear out of structural equation modeling with AMOS for the first-time user. The Marketing Review, 8(3), 255ت 275.

Gefen, D. (2000). E-commerce: The role of familiarity and trust. Omega, 28(6), 725ت737.

Gefen, D., Rigdon, E. E., & Straub, D. (2011). An Update and Extension to SEM Guidelines for Administrative and Social Science Research. MIS Quarterly, 35(2), III-XIV.

Guo, B., Perron, B. E., & Gillespie, D. F. (2009). A systematic review of structural equation modelling in social work research. British Journal of Social Work, 39(8), 1556ت1574.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, H. J., & Anderson, R. E. (2010). Multivariate Data Analysis (7th ed.). New Jersey: Prentice Hall.

Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M. (2017). A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)., 2^nd^ Ed., Thousand Oakes, CA: Sage.

Hair, J. F., Sarstedt, M., Ringle, C. M., Mena, J. A. (2012). بAn assessment of the use of partial least squares structural equation modeling in marketing researchپ Journal of the Academy of Marketing Science, 40(3): 414ت433.

Henseler, j., Ringle, C. M., & Sinkovics, R. R. (2009). The use of partial least squares path modeling in international marketing. Advances in international marketing, 20, 277-320.

Hooper, D., Coughlan, J., & Mullen, M. (2008). Evaluating model fit: A synthesis of the structural equation modelling literature. 7th European Conference on Research Methodology for Business and Management Studies, 195ت200.

Jنreskog, K.G., Wold, H. (eds): The ML and PLS technique for modeling with latent variables: Historical and comparative aspects. In:

Jنreskog, K.G., Wold, H. (eds.) Systems under indirect observation, Part I (pp. 263ت270). North-Holland, Amsterdam (1982).

Jorskog, K. G., & Sorbom, D. (1993). LISREL 8: Analysis of linear structural relations by the method of maximum likelihood. International Education Services, Chicago, IL.

Li, W., Wei, X., Zhu, R., & Guo, K. (2019). Study on Factors Affecting the Agricultural Mechanization Level in China Based on Structural Equation Modeling. Sustainability, 11(1), 51.

MacCallum, R. C., & Hong, S. (1997). Power analysis in covariance structure modeling using GFI and AGFI. Multivariate Behavioral Research, 32(2), 193ت210.

Najafabadi, M. O. (2014). A gender sensitive analysis towards organic agriculture: A structural equation modeling approach. Journal of Agricultural and Environmental Ethics, 27(2), 225ت240.

Nevitt, J., & Hancock, G. R. (2000). Improving the root mean square error of approximation for nonnormal conditions in structural equation modeling. The Journal of Experimental Education, 68(3), 251ت268.

Peng, L., Zhou, X., Tan, W., Liu, J., & Wang, Y. (2020). Analysis of dispersed farmersبwillingness to grow grain and main influential factors based on the structural equation model. Journal of Rural Studies. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.01.001.

Schmidt, T. S., Van Metre, P. C., & Carlisle, D. M. (2018). Linking the agricultural landscape of the Midwest to stream health with structural equation modeling. Environmental Science & Technology, 53(1), 452ت462.

Schreiber, J. B., Nora, A., Stage, F. K., Barlow, E. A., & King, J. (2006). Reporting structural equation modeling and confirmatory factor analysis results: A review. The Journal of Educational Research, 99(6), 323ت338.

Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2004). A beginner's guide to structural equation modeling, Second edition. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Senger, I., Borges, J. A. R., & Machado, J. A. D. (2017). Using structural equation modeling to identify the psychological factors influencing dairy farmersب intention to diversify agricultural production. Livestock Science, 203, 97ت105.

Sun, S. K., Song, J. F., Wang, F. F., Wu, P. T., & Wang, Y. B. (2019). Evaluating the impacts of socio-economic factors on regional grain virtual water flows in China using a structural equation modeling approach. Journal of Hydrology, 571, 132ت141.

Tong, D., Yuan, Y., & Wang, X. (2020). The coupled relationships between land development and land ownership at Chinaپ urban fringe: A structural equation modeling approach. Land Use Policy, 100, 104925. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104925.

Ullman, J. B. (2001). Structural equation modeling. In B. G. Tabachnick & L. S. Fidell (2001). Using Multivariate Statistics (4th ed& pp 653- 771). Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.

Voon, J. P., Ngui, K. S., & Agrawal, A. (2011). Determinants of willingness to purchase organic food: An exploratory study using structural equation modeling. International Food and Agribusiness Management Review, 14(2), 103ت120.

Werner, C., & Schermelleh-Engel, K. (2009). Structural equation modeling: Advantages, challenges, and problems. Introduction to Structural Equation Modeling with LISREL.

Wold, H. (19850. Partial least squares. In S. Kotz & N. L. Johnson (Eds.), Encyclopedia of statistical scienses (pp. 581-591) New York: John Wiley.

Yang, L., Shen, F., Zhang, L., Cai, Y., Yi, F., & Zhou, C. (2020). Quantifying influences of natural and anthropogenic factors on vegetation changes using structural equation modeling: A case study in Jiangsu Province, China. Journal of Cleaner Production, 280, 124330.

Yang, L., Shen, F., Zhang, L., Cai, Y., Yi, F., & Zhou, C. (2021). Quantifying influences of natural and anthropogenic factors on vegetation changes using structural equation modeling: A case study in Jiangsu Province, China. Journal of Cleaner Production, 280, 124330. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124330.

Yasar, M., Siwar, C., & Firdaus, R. R. (2015). Assessing paddy farming sustainability in the Northern Terengganu integrated agricultural development area (IADA KETARA): A structural equation modelling approach. Pacific Science Review B: Humanities and Social Sciences, 1(2), 71ت75.